Степи северной Евразии



Steppes of Northern Eurasia

X

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ

2024







МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТЕПНОЙ ФОРУМ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ОРЕНБУРГСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ·
ИНСТИТУТ СТЕПИ

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО · ОРЕНБУРГСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РГО

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТЕПНОЙ ФОРУМ

СТЕПИ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

материалы X международного симпозиума

ОРЕНБУРГ • 2024

УДК 001
ББК 72.4 (2Рос) 712
С 79

Степи Северной Евразии: материалы X международного симпозиума / под научной редакцией академика РАН А.А. Чибилёва. – Оренбург: ИС УрО РАН, 2024. – 1589 с.

Институт степи Уральского отделения Российской академии наук (ИС УрО РАН)
460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11
Тел.: (3532) 77-44-32; 77-62-47
Факс (3532) 77-44-32
E-mail: orensteppe@mail.ru
www.orensteppe.org

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
академик РАН Чибилёв А.А. (председатель)
к.г.н. Грошева О.А. (секретарь)
д.г.н. Левыкин С.В.
д.с.-х.н. Гулянов Ю.А.
д.г.н. Мячина К.В.
к.г.н. Павлейчик В.М.
к.б.н. Барбазюк Е.В.
к.б.н. Калмыкова О.Г.
к.б.н. Кин Н.О.
к.б.н. Поляков Д.Г.
к.г.н. Руднева О.С.,
к.г.н. Сивохип Ж.Т.
к.г.н. Соколов А.А.

В сборник включены материалы, представленные на X международный симпозиум «Степи Северной Евразии». В работах охвачены ключевые проблемы и перспективы устойчивого развития степных регионов Северной Евразии, сохранения объектов природного и историко-культурного наследия, изучения эволюции, современной динамики и структуры степных ландшафтов, оптимизации степного природопользования в связи с современными глобальными климатическими и антропогенными изменениями. Публикации, вошедшие в сборник, стали основой для формирования тематических направлений симпозиума. Важное место в материалах X международного симпозиума уделено проблемам опустынивания, деградации земель и засух в России и странах Евразийского региона, а также разработке и внедрению природоподобных технологий, предусмотренных Стратегией научно-технологического развития РФ и Климатической доктриной РФ.

ISBN 978-5-6051209-1-9

© ИС УрО РАН, 2024

MINISTRYOFSCIENCEANDHIGHER EDUCATION OF RUSSIAN FEDERATION
ORENBURG FEDERAL RESEARCH CENTER OF THE URAL BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES · URAL BRANCH · INSTITUTE OF STEPPE
RUSSIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY ·RGS ORENBURG BRANCH

INTERNATIONAL STEPPE FORUM

STEPPES OF NORTHERN EURASIA

proceedings of the Tenth International Symposium

ORENBURG • 2024

UDC 001
LBC 72.4 (2Poc) 712
P 79

Steppes of Northern Eurasia: proceedings of the Tenth International Symposium / scientific editing by A.A. Chibilyov, academician of RAS. – Orenburg: IS UB RAS, 2024. – 1589 p.

Institute of Steppe, Ural Branch of Russian Academy of Sciences (IS UB RAS)
460000, Orenburg, St. Pionerskaya, 11
Tel.: (3532) 77-44-32; 77-62-47
Fax (3532) 77-44-32
E-mail: orensteppe@mail.ru
www.orensteppe.org

EDITORIAL BOARD:
ChibilyovA.A., academicianof RAS (chairman)
GroshevaO.A., PhD in geography (secretary)
Levykin S.V., doctor of geography science
Gulyanov Yu. A., doctor of agriculture science
Myachina K.V., PhD in geography(secretary)
Pavleychik V.M., PhD in geography
Barbazyuk E.V., PhD in biology
Kalmykova O.G., PhD in biology
Kin N. O., PhD in biology
Polyakov D.G., PhD in biology
Rudneva O.S., PhD in geography
SivokhipZh. T., PhD in geography
Sokolov A.A., PhD in geography

The collection includes materials presented at the X International Symposium "Steppes of Northern Eurasia". The works cover the key problems and prospects of sustainable development of the steppe regions of Northern Eurasia, the preservation of natural and historical and cultural heritage objects, the study of evolution, modern dynamics and structures of steppe landscapes, optimization of steppe nature management in connection with modern global climatic and anthropogenic changes. The publications included in the collection became the basis for the formation of the thematic areas of the symposium.An important place in the materials of the international symposium is devoted to the problems of desertification, land degradation and droughts in Russia and the countries of the Eurasian region, as well as the development and implementation of nature-like technologies provided for by the Strategy of Scientific and Technological Development of the Russian Federation and the Climate Doctrine of the Russian Federation.

ISBN 978-5-6051209-1-9

© IS UB RAS, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ЧАСТЬ 1 **36**

Абдулманова И.Ф., Бузмаков С.А. / Abdulmanova I.F., Buzmakov S.A. **36**
ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ РЕЛИКТОВЫХ УЧАСТКОВ КУНГУРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ
ORGANIZATION OF RESEARCH FOR THE CONSERVATION OF RELIC AREAS OF THE KUNGUR FOREST-STEPPE

Абрамова Л.М., Голованов Я.М. / Abramova L.M., Golovanov Ya.M. **41**
ИНВАЗИОННЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ
INVASIVE PLANT SPECIES IN ORENBURG REGION

Авалян Р.Э., Атоянц А.Л., Сукиасян А.Р., Агаджанян Э.А., Арутюнян Р.М. / Avalyan R.E., Atoyants A.L., Sukiasyan A.R., Aghajanyan E.A., Aroutiounian R.M. **46**
ИЗУЧЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И МУТАГЕННОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЕННЫХ ОБРАЗЦОВ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ АРМЕНИИ
STUDY OF GEOCHEMICAL FEATURES AND MUTAGENIC ACTIVITY OF SOIL SAMPLES FROM NATURAL AND TECHNOGENIC LANDSCAPES OF ARMENIA

Аверинова Е.А. / Averinova E.A. **51**
ДОПОЛНЕНИЯ К СИНТАКСОНОМИИ КОСИМЫХ ЦЕЛИННЫХ СТЕПЕЙ НА ПЛАКОРАХ СТРЕЛЕЦКОГО УЧАСТКА ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО ЗАПОВЕДНИКА
ADDITIONS TO THE SYNTAXONOMY OF MOWED VIRGIN STEPPES ON THE FLAT INTERFLUVES OF THE STRELETSKY SITE OF THE CENTRAL CHERNOZEM RESERVE

Ажигалиева Ж., Шунашева Ж., Есенаманова М.С., Есенаманова Ж.С., Тлепбергенова А.Е., Махметова Н.Т. / Azhigalieva Zh., Shunasheva Zh., Yessenamanova M.S., Yessenamanova Zh.S., Tlepbergenova A.E., Makhmetova N.T. **59**
ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА МОНИТОРИНГОВЫХ ПЛОЩАДКАХ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО РЕЗЕРВАТА «АКЖАЙЫК»
PHENOLOGICAL OBSERVATIONS OF BIODIVERSITY AT THE PHENOLOGICAL MONITORING SITES OF THE AKZHAYYK STATE NATURE RESERVE

Алексеенко Н.А., Курамагомедов Б.М. / Alekseenko N.A., Kuramagomedov B.M. **65**
ОПЫТ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИРОДНОГО ПАРКА «РОВЕНЬСКИЙ» (БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)
GEOINFORMATION MAPPING OF VEGETATION OF THE NATURAL PARK «ROVENSKY» (BELGOROD REGION)

Алымбаева Ж.Б., Аюржанаев А.А., Содномов Б.В., Жарникова М.А. / Alymbayeva ZH.B., Ayurzhanaev A.A., Sodnomov B.V., Zharnikova M.A. **73**
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ NDVI В СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ БАССЕЙНА ОЗ. БАЙКАЛ
GEOINFORMATION ANALYSIS OF NDVI IN STEPPE ECOSYSTEMS OF LAKE BAIKAL BASIN

Андреева О.В., Дементьева Н.А. / Andreeva O.V., Dementieva N.A. **80**
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ, ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ И ЗАСУХ В КОНТЕКСТЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КБО ООН (30 ЛЕТ РАЗВИТИЯ)
MODERN ISSUES OF DESERTIFICATION, LAND DEGRADATION AND DROUGHT IN THE CONTEXT OF THE UNCCD (30 YEARS OF DEVELOPMENT)

Андреева О.А., Доскулова А.А. / Andreeva O.A., Doskulova A.A. **88**
К ВОПРОСУ О ПРИНИМАЕМЫХ И РЕАЛИЗУЕМЫХ МЕРАХ ПО СПАСЕНИЮ РЕКИ УРАЛ
ON THE ISSUE OF MEASURES TAKEN AND IMPLEMENTED TO SAVE THE RIVER URAL

Андреева О.В., Куст Г.С., Лобковский В.А., Непесов М.Д., Суслова С.Б. / Andreeva O.V., Kust G.S., Lobkovskiy V.A., Nepesov M.D., Suslova S.B. **96**
МОДЕЛИ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ
MODELLING SUSTAINABLE LAND MANAGEMENT OF STEPPE LANDSCAPES

Анциферова О.А. / Antsiferova O.A. **105**
ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ИЛОВАЙСКОГО ЛЕСНОГО МАССИВА ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ
SOIL AND ECOLOGICAL SIGNIFICANCE OF THE ILOVAISKY FOREST AREA OF THE TAMBOV REGION

Артемьева Е.А., Кривошеев В.А., Грудинин Д.А. / Artemieva E.A., Krivosheev V.A., Grudinin D.A. **109**
ИСЧЕЗНУВШИЕ ВИДЫ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ СТЕПЕЙ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ (УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ) ПОД ВЛИЯНИЕМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА
EXTINCT VERTEBRATE SPECIES OF THE STEPPES OF THE MIDDLE VOLGA REGION (ULYANOVSK REGION) UNDER THE INFLUENCE OF HUMAN ACTIVITIES

Ашихмин А.П. / Ashikhmin A.P. **116**
ИНДИКАЦИЯ ЛАТЕРАЛЬНЫХ ВОДНЫХ ПОТОКОВ ПО ДИНАМИКЕ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ В БУРТИНСКОЙ СТЕПИ
INDICATION OF LATERAL WATER FLOWS BASED ON THE DYNAMICS OF VEGETATION INDICES IN THE BURTYNSKAYA STEPPE

Бабушкин О.Л., Сулаймонова Н.Н. / Babushkin O.L., Suleimonova N.N. **125**
АГРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПУСТЫННОЙ ЗОНЫ УЗБЕКИСТАНА
AGROCLIMATIC CHARACTERISTICS OF THE DESERT ZONE OF UZBEKISTAN

Баженова О.И., Тюменцева Е.М. / Bazhenova O.I., Tyumentseva E.M. **133**
ВОСТОЧНО-СИБИБИРСКОЕ ЗВЕНО ЕДИНОГО ЭОЛОВОГО КРУГООБОРОТА ВЕЩЕСТВА В СТЕПЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ
EAST SIBERIAN LINK OF A SINGLE AEOLIAN CIRCULATION OF MATTER IN THE STEPPES OF CENTRAL ASIA

Баишева Э.З., Мулдашев А.А., Широких П.С., Туктамышев И.Р., Габбасова Д.Т., Шендель Г.В. / Baisheva E.Z., Muldashev A.A., Shirokikh P.S., Tuktamyshev I.R., Gabbasova D.T., Shendel G.V. **141**
ВЛИЯНИЕ СЕНОКОШЕНИЯ И ВЫПАСА НА ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ЗАПАСЫ НАДЗЕМНОЙ БИОМАССЫ СООБЩЕСТВ ЛУГОВОЙ СТЕПИ НА ЗАЛЕЖАХ В БАШКИРСКОМ ПРЕДУРАЛЬЕ
IMPACT OF HAY MOWING AND GRAZING ON THE FLORISTIC COMPOSITION AND ABOVE-GROUND BIOMASS STORAGE OF MEADOW STEPPE COMMUNITIES ON FALLOW LANDS IN THE BASHKIR CIS-URALS

Батмазова А.А., Гайдукова Е.В. / Batmazova A.A., Gaidukova E.V. **147**
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ СТОЧНЫХ ОЗЕР СТЕПНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ
ASSESSMENT OF THE STATE OF HYDROMETEOROLOGICAL KNOWLEDGE OF OVERFLOW LAKES IN THE STEPPE ZONE OF NORTHERN EURASIA

Беленков А.И. / Belenkov A.I. **152**
РОЛЬ НАУЧНОГО НАСЛЕДИЯ К.Г. ШУЛЬМЕЙСТЕРА В СТАНОВЛЕНИИ РАЗВИТИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ СТЕПНОЙ И ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОН РОССИИ
THE ROLE OF SCIENTIFIC HERITAGE K.G. SHULMEISTER IN THE FORMATION OF AGRICULTURE DEVELOPMENT IN THE STEPPE AND SEMI-DESERT ZONES OF RUSSIA

Беловежец К.И. / Belovezhets K.I. **159**
ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ СПЯЧКИ СТЕПНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ КАК ЛИМИТИРУЮЩИЙ ФАКТОР
TEMPERATURE REGIME OF HIBERNATION OF STEPPE MAMMALS AS A LIMITING FACTOR

Белоус В.Н. / Belous V.N. **164**
СТЕПНОЙ КОМПЛЕКС СРЕДНЕЙ ЧАСТИ ДОЛИНЫ Р. ЕГОРЛЫК (СТАВРОПОЛЬСКАЯ ВОЗВЫШЕННОСТЬ, ПРЕДКАВКАЗЬЕ). СООБЩЕНИЕ 2
STEPPE COMPLEX OF THE MIDDLE PART OF THE EGORLYK VALLEY (STAVROPOL UPLAND, CISCAUCASIA). MESSAGE 2

Беляев Д.Ю., Бармин А.Н., Валов М.В. / Belyaev D.Yu., Barmin A.N., Valov M.V. **172**
СОВРЕМЕННОЕ ОПУСТЫНИВАНИЕ – ЭКОСИСТЕМНАЯ ПРОБЛЕМА
MODERN DESERTIFICATION IS – ECOSYSTEM PROBLEM

Биличенко И.Н. / Bilichenko I.N. **178**
ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ПРИОЛЬХОНЬЯ
NATURAL AND ANTHROPOGENIC LANDSCAPES OF THE PREOLKHON REGION

Бобылев М.А., Казакова М.В. / Bobylev M.A., Kazakova M.V. **184**
К РАСПРОСТРАНЕНИЮ СТЕПНЫХ И ЛЕСОСТЕПНЫХ ВИДОВ ВО ФЛОРЕ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ И Г. РЯЗАНИ
TO THE DISTRIBUTION OF STEPPE AND FOREST-STEPPE PLANT SPECIES IN THE FLORA OF THE RYAZAN REGION AND IN THE CITY OF RYAZAN

Борисова О.К. / Borisova O.K. **190**
ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ВОСТОЧНОМ ПРИАЗОВЬЕ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ (ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ)
CHANGES IN VEGETATION IN THE EASTERN AZOV REGION IN THE LATE PLEISTOCENE AND HOLOCENE (BASED ON PALYNOLOGICAL DATA)

Бохорова С.Н. / Bokhorova S.N. **197**
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ ДЕРНОВИННО-ЗЛАКОВЫХ СТЕПЕЙ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ
GEOGRAPHICAL ANALYSIS OF THE FLORA OF THE TURF-GRASS STEPPES OF THE WEST KAZAKHSTAN REGION

Брагина Т.М. / Bragina T.M. **205**
РАЗВИТИЕ СТЕПНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ КАЗАХСТАНА (2013-2023)
DEVELOPMENT OF THE STEPPE ECOLOGICAL NETWORK OF KAZAKHSTAN (2013-2023)

Брагина Т.М., Рулёва М.М. / Bragina T.M., Rulyova M.M. **210**
СООБЩЕСТВА ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ (МЕЗОФАУНА) НА ЧИСТОМ ПАРЕ И УБРАННОМ ПОЛЕ СО СТЕРНЕЙ ПРИ БЕССМЕННОМ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПШЕНИЦЫ В ПОДЗОНЕ СУХИХ КОВЫЛКОВЫХ СТЕПЕЙ КАЗАХСТАНА
COMMUNITIES OF SOIL INVERTEBRATES (MACROFAUNA) ON A CLEAN FALLOW AND A HARVESTED FIELD WITH STUBBLE DURING PERMANENT CULTIVATION OF WHEAT IN THE SUBZONE OF THE DRY STEPPES OF KAZAKHSTAN

Ванькова И.А. / Vanjkova I.A. **216**
СВЕТЛОКРЫЛЫЙ ПРУС (INSECTA, ORTHOPTERA) В СТЕПЯХ ВНУТРЕННЕЙ АЗИИ
CALLIPTAMUS ABBREVIATUS (INSECTA, ORTHOPTERA) IN THE STEPPES OF INNER ASIA

Вахрушева Л.П., Абдулганиева Э.Ф. / Vakhrusheva L.P., Abdulganieva E.F. **222**
ВИТАЛИТЕТНАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *DRABA CUSPIDATA* BIEB., КАК ОТОБРАЖЕНИЕ СПЕЦИФИКИ ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПЕТРОФИТОНА И ПЕТРОФИТНОЙ СТЕПИ ДОЛГОРУКОВСКОЙ ЯЙЛЫ (КРЫМ)
VITALITY AND SPATIAL STRUCTURE OF COENOPOPULATIONS *DRABA CUSPIDATA* BIEB. AS A REFLECTION OF THE SPECIFICITY OF ECOLOGICAL AND COENOTIC CONDITIONS OF PETROPHYTON AND PETROPHYTIC STEPPE OF DOLGORUKOVSKAYA PLATEAU (CRIMEA)

Вейсов С.К., Хамраев Г.О. / Veysov S.K., Hamraev G.O. **228**
РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССОВ ОПУСТЫНИВАНИЯ В ЗАПАДНОМ ТУРКМЕНИСТАНЕ
DEVELOPMENT OF DESERTIFICATION PROCESSES IN WESTERN TURKMENISTAN

Владимиров Д.Р., Григорьевская А.Я. / Vladimirov D.R., Grigorjevskaya A.Ya. **237**
БАЗА ДАННЫХ «ОХРАНЯЕМЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ» КАК ИНСТРУМЕНТ ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫТОГО ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОВРАЖНО-БАЛОЧНОГО ЛАНДШАФТНОГО КОМПЛЕКСА У С. ВИХЛЯЕВКА)
THE DATABASE «PROTECTED VASCULAR PLANTS OF VORONEZH OBLAST» (CASE STUDY GULLY LANDSCAPE COMPLEX NEAR VIKHLYAEVKA VILLAGE)

Волчек А.А. / Volchak A.A. **241**
КОЛЕБАНИЯ МИНИМАЛЬНОГО СТОКА ВОДЫ ОТКРЫТОГО РУСЛА Р. ПРИПЯТЬ В СТВОРЕ Г. МОЗЫРЬ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОГНОЗ
VARIATIONS OF THE MINIMUM WATER FLOW OF AN OPEN CHANNEL
PRIPYAT R. IN THE LINE OF THE CITY OF MOZYR: CURRENT STATUS AND FORECAST

Воробьева И.Б. / Vorobyeva I.B. **250**
ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ОСТЕПНЕННЫХ СКЛОНОВ НАЗАРОВСКОЙ КОТЛОВИНЫ
CHANGES IN THE HYDROTHERMAL STATE OF SOILS ON THE STEPIFICATE SLOPE OF THE NAZAROVSKAYA BATTLE

Гаврильева Л.Д. / Gavrilyeva L.D. **255**
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСТЕПНЕННЫХ СООБЩЕСТВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE SETTLED COMMUNITIES OF CENTRAL YAKUTIA

Ганнибал Б.К. / Gannibal B.K. **259**
ТРИДЦАТИЛЕТНЯЯ ИСТОРИЯ И ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ СТЕПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ ПЕТЕРБУРГСКИМИ ГЕОБОТАНИКАМИ
THE HISTORY AND RESULTS OF STUDIES OF THE STEPPE VEGETATION IN THE VORONEZH REGION BY ST. PETERSBURG GEOBOTANISTS OVER THE PAST 30 YEARS

Гармаев Е.Ж., Ульзетуева И.Д., Ширапова Г.С. / Garmaev E.Zh., Ulzetueva I.D., Shirapova G.S. 267
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ИСТОЧНИКАХ ДИФФУЗНЫХ СТОКОВ ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ Р. СЕЛЕНГИ (В ПРЕДЕЛАХ РФ)
DETERMINATION OF POLLUTANTS IN SOURCES OF DIFFUSE RUNOFF IN THE SELENGA RIVER CATCHMENT AREA (WITHIN THE RUSSIAN FEDERATION)

Гармашов В.М., Говоров В.Н., Крячкова М.П., Гармашова Л.В. / Garmashov V.M., Govorov V.N., Kryachkova M.P., Garmashova L.V. 270
РАЗВИТИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И АГРОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ
DEVELOPMENT OF MICROBIOLOGICAL PROCESSES IN NATURAL AND AGROGENIC ECOSYSTEMS WITH DIFFERENT LEVELS OF SOIL CULTIVATION INTENSIFICATION

Гасанов Г.Н., Усманов Р.З., Гаджиев К.М., Асварова Т.А., Баширов Р.Р., Абдулаева А.С. / Gasanov G.N., Usmanov R.Z., Gadzhiev K.M., Asvarova T.A., Bashirov R.R., Abdulaeva A.S. 275
ПРИРОДОПОДОБНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ И РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ (ТЕРСКО-КУМСКОЙ НИЗМЕННОСТИ)
NATURE-LIKE TECHNOLOGY FOR THE RESTORATION OF SOIL AND PLANT RESOURCES OF SALINE SOILS OF THE NORTH-WESTERN PRECASPIAN (TEREK-KUMA LOWLAND)

Глазунов В.А. / Glazunov V.A. 282
ЛИПА СЕРДЦЕВИДНАЯ (*TILIA CORDATA* MILL.) НА ЮЖНОЙ И СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦАХ АРЕАЛА В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
SMALL-LEAVED LINDEN (*TILIA CORDATA* MILL.) AT THE SOUTHERN AND NORTHERN BOUNDARIES OF DISTRIBUTION IN WESTERN SIBERIA

Глубшева Т.Н., Чернявских В.И., Думачева Е.В. / Glubsheva T.N., Cherniavskih V.I., Dumacheva E.V. 287
ЭФЕМЕРОИДНОЕ РАЗНОТРАВЬЕ СТЕПЕЙ ЮГА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ
EPHEMEROID GRASSLANDS OF THE STEPPES SOUTH OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND

Голованов Я.М. / Golovanov Ya.M. 292
АНТРОПОГЕННАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ
ANTHROPOGENIC VEGETATION OF THE STEPPE ZONE OF THE ORENBURG REGION

Головлёв А.А. / Golovlyov A.A. 297
НУЖНЫ ЛИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ СОКОЛЬИ ГОРЫ? (К ПРОБЛЕМЕ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕГРАДАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ)
DO THE SAMARA REGION NEED SOKOLYI MOUNTAINS? (TO THE PROBLEM OF NATURAL ENVIRONMENT ANTHROPOGENIC DEGRADATION)

Горбунов А.С., Быковская О.П. / Gorbunov A.S., Bykovskaya O.P. 305
К ВОПРОСУ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ
TO THE PROBLEM OF MAPPING STEPPE LANDSCAPES IN THE VORONEZH REGION

Горяев И.А., Уланова С.С. / Goryaev I.A., Ulanova S.S. **311**
ПРИБРЕЖНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ВОДОЕМА ДЕЕД-ХУЛСУН В ПУСТЫННОЙ ЗОНЕ КАЛМЫКИИ
COASTAL VEGETATION OF THE DEED-HULSUN RESERVOIR IN THE DESERT ZONE OF KALMYKIA

Гусев А.В., Гусева Е.И. / Gusev A.V., Guseva E.I. **318**
ПРИРОДООХРАННАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ОВРАЖНО-БАЛОЧНОГО КОМПЛЕКСА ВЕРХОВЬЕВ Р. ДУБЕНКА. ГУБКИНСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ, БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ
ENVIRONMENTAL IMPORTANCE OF RASH-BALOCNE COMPLEX OF THE UPPER ROW OF THE DUBENKA RIVERS. GUBKINSKY CITY DISTRICT, BELGOROD REGION

Даньков В.И., Толчеева С.В., Тимофеенко Ю.В., Миноранский В.А., Волкова Н.Ю. / Dankov V.I., Tolcheeva S.V., Timofeenko Yu.V., Minoransky V.A., Volkova N.Yu. **326**
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РОСТОВСКОГО ОБЛАСТНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РГО ПО ИЗУЧЕНИЮ, СОХРАНЕНИЮ И РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ДОНСКИХ СТЕПЕЙ
THE ACTIVITIES OF THE ROSTOV REGIONAL BRANCH OF THE RUSSIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY FOR THE STUDY, CONSERVATION AND NATURAL RESOURCE MANAGEMENT OF THE DON STEPPES

Дарбаева Т.Е., Альжанова Б.С., Бохорова С.Н., Сарсенова А.Н. / Darbayeva T.Ye., Alzhanova B.S., Bokhorova S.N., Sarsenova A.N. **334**
ФЛУКТУАЦИЯ ГАЛОФИТНЫХ СООБЩЕСТВ НА ОБНАЖЕННОЙ ЧАСТИ ОЗЕРА ЧЕЛКАР
FLUCTUATION OF HALOPHYTIC COMMUNITIES ON THE EXPOSED PART OF LAKE CHELKAR

Дебело П.В., Латыпов А.А. / Debelo P.V., Latypov A.A. **340**
ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФАУНЫ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БУЗУЛУКСКИЙ БОР»
HISTORY OF THE FORMATION OF THE VERTEBRATE FAUNA OF THE BUZULUKSKY BOR NATIONAL PARK

Дедов А.А. / Dedov A.A. **348**
РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ КАЛМЫЦКОЙ СТЕПИ
RATIONAL USE OF WATER RESOURCES IN THE CULTIVATION OF AGRICULTURAL CROPS IN THE CONDITIONS OF THE KALMYK STEPPE

Дедова Э.Б., Исаев О.И. / Dedova E.B., Isaev O.I. **352**
СТРАТЕГИЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОПУСТЫНИВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ РОССИИ
LAND DESERTIFICATION PREVENTION STRATEGY IN THE STEPPE ZONE OF RUSSIA

Дедюхин С.В. / Dedyukhin S.V. **357**
ВИДОВОЕ БОГАТСТВО И ОСОБЕННОСТИ ФАУНЫ ДОЛГОНОСИКООБРАЗНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ (COLEOPTERA, CURCULIONOIDEA) ГОРНЫХ СТЕПЕЙ ЮЖНОГО ОРЕНБУРЖЬЯ
SPECIES RICHNESS AND FEATURES OF THE FAUNA OF WEEVILS (COLEOPTERA, CURCULIONOIDEA) OF THE MOUNTAIN STEPPES OF THE OF THE SOUTHERN ORENBURG REGION

Демин А.П. / Demin A.P. **363**
ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В БАССЕЙНЕ РЕКИ САКМАРЫ: ТРЕНДЫ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ
WATER USE IN THE SAKMARA RIVER BASIN: TRENDS, EFFICIENCY, SOURCE POLLUTION

Демченко Н.Ю. / Demchenko N.Yu. **372**
ФЛОРА СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ БОЛОТ И ЗАБОЛОЧЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ХРЕНОВСКОГО БОРА
FLORA OF VASCULAR PLANTS OF SWAMPS AND WETLANDS OF THE KHRENOVSKY PINE FOREST

Добрянская С.Л. / Dobryanskaya S.L. **379**
ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ АГРОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ
CHANGES IN THE PROPERTIES OF LEACHED CHERNOZEM OF THE NOVOSIBIRSK PRIOB REGION UNDER LONG-TERM AGROGENIC IMPACT

Долгов С.В., Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А. / Dolgov S.V., Koronkevich N.I., Barabanova E.A. **384**
АНТРОПОГЕННЫЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ
ANTHROPOGENIC AND CLIMATIC CHANGES IN WATER RESOURCES AND THEIR CONSEQUENCES IN THE BELGOROD REGION

Дорошенко В.В. / Doroshenko V.V. **392**
ДЕФЛЯЦИЯ ПАСТБИЩ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПЫЛЬНЫХ БУРЬ
DEFLATION OF PASTURES OF STAVROPOL REGION AS A RESULT OF DUST STORMS

Дымская М.М. / Dymskaya M.M. **396**
ПОВЕДЕНЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ И ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ ПОДЗЕМНОГО ГРЫЗУНА ОБЫКНОВЕННОЙ СЛЕПУШОНКИ (*ELLOBIUS TALPINUS*)
THE BEHAVIORAL CONTEXT OF ULTRASONIC AND SONIC SIGNALS OF A SUBTERRANEAN RODENT, THE NORTHERN MOLE VOLE (*ELLOBIUS TALPINUS*)

Дюжаева И.В., Любвина И.В., Мишустина Д.А. / Dyuzhaeva I.V., Lyubvina I.V., Mishustina D.A. **403**
ЭНТОМОФАУНА СТЕПНОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ИСТОКИ РЕКИ Б. ВЯЗОВКА»
ENTOMOFAUNA OF THE STEPPE REGIONAL NATURAL MONUMENT «SOURCES OF THE BOLSHAYA VYAZOVKA RIVER»

Евдокименкова М.И., Смирнова Л.Г., Кувшинова А.А., Гринева А.В., Тычинин Д.С. / Evdokimenkova M.I., Smirnova L.G., Kuvshinova A.A., Grineva A.V., Tychinin D.S. **409**
ИЗМЕНЕНИЕ ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТЕПНЫХ РАСТЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОРОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
CHANGES IN THE WATER RETENTION CAPACITY OF STEPPE PLANTS DEPENDING ON OROGRAPHIC CONDITIONS

Елесова Н.В. / Elesova N.V. **415**
ЦЕНОТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ ЗАКАЗНИКА КРАЕВОГО ЗНАЧЕНИЯ «РУБЦОВСКАЯ СТЕПЬ» (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)
CENOTIC DIVERSITY OF STEPPE COMMUNITIES OF THE REGIONAL RESERVE «RUBTSOVSKAYA STEPPE» (ALTAI KRAI)

Емец В.М. / Emets V.M. **421**
ОЦЕНКА ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МЕГАХИЛЛИДОФАУН (HYMENOPTERA: MEGACHILLIDAE) В ТРЕХ ЗАПОВЕДНИКАХ НА ЮГЕ И В ЦЕНТРЕ СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ
ASSESSMENT OF THE TAXONOMIC STRUCTURE OF MEGACHILLID FAUNAS (HYMENOPTERA: MEGACHILLIDAE) IN THREE NATURE RESERVES IN THE SOUTH AND CENTER OF THE MIDDLE BELT OF EUROPEAN RUSSIA

Ермолаева О.Ю., Рогаль Л.Л. / Ermolaeva O.Yu., Rogal L.L. **429**
РАСТИТЕЛЬНОСТЬ КЛАСТЕРНОГО УЧАСТКА ЦАГАН-ХАГ ЗАПОВЕДНИКА «РОСТОВСКИЙ» (РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)
VEGETATION OF THE TSAGAN-HAG CLUSTER SECTION OF THE ROSTOV NATURE RESERVE (ROSTOV REGION)

Есюнин С.Л., Кабдрахимов А.А. / Esyunin S.L., Kabdrakhimov A.A. **435**
ФАУНА ПАУКОВ ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ
SPIDER FAUNA OF SEMIDESERT ZONE OF THE WEST-KAZAKHSTAN AREA

Жарникова М.А., Алымбаева Ж.Б. / Zharnikova M.A., Alymbaeva Zh.B. **440**
КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИХ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ
MAPPING STEPPE ECOSYSTEMS TO ASSESS THEIR CURRENT STATE

Жигарев И.В., Румянцев В.Ю. / Zhigarev I.V., Rumiantsev V.Yu. **443**
К СОСТОЯНИЮ РЕИНТРОДУЦИРОВАННЫХ СУРКОВ В ДВУХ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЗАПОВЕДНИКАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ
ON THE STATE OF REINTRODUCED MARMOTS IN TWO FOREST-STEPPE RESERVES OF EUROPEAN RUSSIA

Жигунова С.Н., Федоров Н.И., Мартыненко В.Б. / Zhigunova S.N., Fedorov N.I., Martynenko V.B. **450**
АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО АРЕАЛА КАМЕНИСТЫХ СТЕПЕЙ БАШКИРСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ ПРИ УМЕРЕННЫХ И СИЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ В 21 ВЕКЕ
ANALYSING THE POTENTIAL RANGE OF STONY STEPPES IN THE BASHKIR CIS-URALS AND ITS CHANGE UNDER MODERATE AND STRONG CLIMATIC CHANGES IN THE 21ST CENTURY

Загуменов М.Н. / Zagumenov M.N. **456**
МАЛЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ГРУППИРОВКИ СТЕПНОГО СУРКА (*MARMOTA BOBAK*) В ВЯТСКО-КАМСКОМ МЕЖДУРЕЧЬЕ
SMALL SPATIAL GROUPS OF THE STEPPE MARMOT (*MARMOTA BOBAK*) IN THE VYATKA-KAMA INTERFLUVE

Закруткин В.Е., Решетняк О.С., Усова Е.В. / Zakrutkin V.E., Reshetnyak O.S., Usova E.V. **463**
О ДОПУСТИМЫХ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗКАХ НА ВОДОСБОРАХ РЕК СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЮГА РОССИИ (В ПРЕДЕЛАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)
ALLOWABLE ANTHROPOGENIC LOADS ON WATER CHANGES OF RIVERS OF THE STEPPE ZONE OF SOUTH RUSSIA (THE ROSTOV REGION)

Заруцкая Ю.Г. / Zarutskaya Ju.G. **469**
СТРУКТУРА И ДИНАМИКА СЕТИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
STRUCTURE AND DYNAMICS OF THE NETWORK OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES OF THE LUGANSK PEOPLE'S REPUBLIC

Захарова А.Э., Ползикова Е.В. / Zakharova A.E., Polzikova E.V. **474**
ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ
PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL ENTREPRENEURSHIP IN THE ORENBURG REGION

Зеленская Н.Н. / Zelenskaya N.N. **479**
ВЛИЯНИЕ ПОТЕПЛЕНИЯ НА ЭКСКЛАВ СТЕПИ В ЮЖНОМ ПОДМОСКОВЬЕ
IMPACT OF WARMING ON THE EXCLAVE OF THE STEPPE IN THE SOUTH MOSCOW REGION

Зинченко Т.Д., Лазарева В.И., Болотов С.Э., Головатюк Л.В. / Zinchenko T.D., Lazareva V.I., Bolotov S.E., Golovatyuk L.V. **486**
РАЗНООБРАЗИЕ ПЛАНКТОННЫХ И ДОННЫХ СООБЩЕСТВ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ РЕК АРИДНОГО РЕГИОНА ПРИЭЛЬТОНЬЯ (РОССИЯ) В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
DIVERSITY OF PLANKTONIC AND BENTHIC COMMUNITIES OF HIGHLY MINERALIZED RIVERS OF THE ARID REGION OF THE ELTON REGION (RUSSIA) UNDER EXTREME CONDITIONS OF ABIOTIC FACTORS INFLUENCE

Иванов С.П., Корженевский В.В., Ена А.В., Пузанов Д.В., Курамова В.В. / Ivanov S.P., Korzhenevsky V.V., Yena A.V., Puzanov D.V., Kuramova V.V. **494**
ЗНАЧЕНИЕ СТЕПНЫХ ЗАПОВЕДНИКОВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ ВИДОВ ДИКИХ ПЧЕЛ (HYMENOPTERA, APOIDEA) В КРЫМУ
THE IMPORTANCE OF STEPPE RESERVES FOR THE PRESERVATION OF RARE AND ENDANGERED SPECIES OF WILD BEES (HYMENOPTERA, APOIDEA) IN THE CRIMEA

Игнатенко М.Е., Яценко-Степанова Т.Н. / Ignatenko M.E., Yatsenko-Stepanova T.N. **503**
НОВЫЕ И РЕДКИЕ ВИДЫ В СТРУКТУРЕ ВОДОРОСЛЕВЫХ СООБЩЕСТВ ВОДОЕМОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКАЗНИКА ОБЛАСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ «СВЕТЛИНСКИЙ» (ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТЬ, ЮЖНЫЙ УРАЛ, РОССИЯ)
NEW AND RARE SPECIES IN THE STRUCTURE OF THE ALGAL COMMUNITIES FROM THE WATER BODIES OF THE «SVETLINSKII» BIOLOGICAL RESERVE (ORENBURG REGION, SOUTHERN URALS, RUSSIA)

Ильина В.Н. / Ilyina V.N. **510**
ПОПУЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ БАССЕЙНА СРЕДНЕЙ ВОЛГИ (ПО ДАННЫМ 2019-2023 ГГ.)
POPULATION STRUCTURE OF RARE PLANT SPECIES IN THE MIDDLE VOLGA BASIN (ACCORDING TO 2019-2023 DATA)

Илюшкина О.В. / Ilyushkina O.V. **513**
ЦЕЛИНА СКВОЗЬ ВРЕМЯ И ГОДЫ
VIRGIN FELINA THROUGH TIME AND YEARS

Исаева С.Д., Дедова А.А. / Isaeva S.D., Dedova A.A. **518**
РАЗВИТИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ЭКОСИСТЕМНОМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ В ЮЖНЫХ РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
DEVELOPMENT OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES FOR ECOSYSTEM WATER USE IN THE SOUTHERN REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Исламгулова А.Ф., Сеняк Е.Н. / Islamgulova A.F., Senyak E.N. **523**
МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ПРИРОДНОМ РЕЗЕРВАТЕ «БОКЕЙОРДА» И АЩИОЗЕКСКОМ ЗАКАЗНИКЕ
MONITORING AND ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL SITUATION OF PLANT COVER IN THE BOKEYORDA STATE NATURE REZERVAT AND ASHIOZEZKIY STATE NATURE SANCTUARY

Казьмин В.Д. / Kazmin V.D. **530**
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОБИЛИЕ И СМЕРТНОСТЬ ЗАЙЦА–РУСАКА (*LEPUS EUROPAEUS*) В СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ
ДОЛИНЫ ЗАПАДНОГО МАНЫЧА
INFLUENCE OF CLIMATE ON VEGETATION PRODUCTIVITY AND ECONOMIC ACTIVITY ON THE ABUNDANCE AND MORTALITY OF THE EUROPEAN HARE (*LEPUS EUROPAEUS*) IN THE STEPPE ECOSYSTEMS OF THE WESTERN MANYCH VALLEY

Кайданова О.В., Суслова С.Б., Кудерина Т.М., Шилькрот Г.С., Лунин В.Н. / Kaidanova O.V., Suslova S.B., Kuderina T.M., Shilkrot G.S., Lunin V.N. **535**
ГЕОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОСАДКОВ ФОНОВЫХ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ
СОВРЕМЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА
GEOCHEMICAL COMPOSITION OF PRECIPITATION IN THE BACKGROUND FOREST-STEPPE LANDSCAPES OF THE KURSK REGION UNDER THE CONDITIONS OF MODERN CLIMATE CHANGE

Калихман Т.П. / Kalikhman T.P. **541**
ТРАНСГРАНИЧНЫЕ ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ С ТРАВЯНЫМИ ЛАНДШАФТАМИ
TRANSBOUNDARY PROTECTED NATURAL AREAS OF RUSSIAN SIBERIA AND THE FAR EAST WITH GRASSY LANDSCAPES

Карасёва Т.А., Матецкая А.Ю. / Karasyova T.A., Matetskaya A.Yu. **551**
РАРИТЕТНЫЙ КОМПОНЕНТ ФЛОРЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ КАГАЛЬНИЦКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
PROTECTED VASCULAR PLANT SPECIES IN KAGALNITSKY DISTRICT OF ROSTOV REGION

Каренина К.А., Серединская М.В., Гилёв А.Н., Березина Е.А. / Karenina K.A., Seredinskaya M.V., Giljov A.N., Berezina E.A. **559**
ПЛОТНОСТЬ АГРЕГАЦИЙ САЙГАКОВ (*SAIGA TATARICA*) В СТЕПНОМ ЛАНДШАФТЕ
DENSITY OF SAIGA ANTELOPE (*SAIGA TATARICA*) AGGREGATIONS IN THE STEPPE LANDSCAPE

Кираев Р.С., Хасанова Р.Ф., Иргалина Р.Ш. / Kiraev R.S., Khasanova R.F., Irgalina R.Sh. **563**
ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ САРАНЧОВЫХ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО БАШКОРТОСТАНА
FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF LOCUSTS AND MEASURES TO COMBAT THEM IN THE CONDITIONS OF STEPPE BASHKORTOSTAN

Ковальчук Л.А., Микшевич Н.В., Черная Л.В. / Kovalchuk L.A., Mikshevich N.V., Chernaya L.V. **566**
ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ АНТРОПОГЕННО МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА
ECOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL STUDIES OF MUUSE RODENTS IN ANTHROPOGENICALLY MODIFIED TERRITORIES OF THE MIDDLE AND SOUTH URAL

Козлова М.А. / Kozlova M.A. **574**
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ В БАССЕЙНАХ РЕК УРАЛ И ТОБОЛ В ПРЕДЕЛАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ
FEATURES OF WATER QUALITY FORMATION IN THE URAL AND TOBOL RIVERS BASINS WITHIN THE STEPPE ZONE

Кондратьева Т.Л., Ушакова И.Г. / Kondratyeva, T.L., Ushakova, I.G. **583**
АНАЛИЗ ВОДОЗАБОРОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РУССКО-ПОЛЯНСКОГО РАЙОНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ
ANALYSIS OF GROUNDWATER WITHDRAWALS OF THE RUSSIAN-POLYANSKY DISTRICT OF THE OMSK REGION

Кравцов Ю.В. / Kravtsov Yu.V. **591**
ТЕРМОГРАДИЕНТНОЕ ПЕРЕДВИЖЕНИЕ ВЛАГИ В ПАХОТНЫХ ПОЧВАХ ЮГА СИБИРИ
THERMOGRADIENT MOVEMENT OF MOISTURE IN ARABLE SOILS OF SOUTHERN SIBERIA

Кравченко В.Н., Стариков В.П. / Kravchenko V.N., Starikov V.P. **599**
ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ МАССОВЫХ И МНОГОЧИСЛЕННЫХ ВИДОВ ВШЕЙ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ РАЗНОТРАВНО-ДЕРНОВИННО-ЗЛАКОВОЙ СТЕПИ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ
PECULIARITIES OF THE ECOLOGY OF DOMINANT AND NUMEROUS SPECIES OF SMALL MAMMAL LICE OF THE HERB-BUNCHGRASS STEPPE OF THE SOUTH TRANS-URALS REGION

Краснокутская Н.С. / Krasnokutskaya N.S. **604**
ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ
DEMOGRAPHIC POTENTIAL LUHANSK PEOPLE'S REPUBLIC AS A COMPONENT OF THE QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION

Краснокутская Н.С., Толстой А.В. / Krasnokutskaya N.S., Tolstoy A.V. **611**
НЕМИРОВСКОЕ ГОРОДИЩЕ – ВЕЛИКИЕ ВАЛЫ
NEMIROVSKOYE FORTELOGY – VELIKIE VALY

Красноярова Б.А., Назаренко А.Е., Плуталова Т.Г., Шарабарина С.Н., Барышников С.Г. / Krasnoyarova B.A., Nazarenko A.E., Plutalova T.G., Sharabarina S.N., Baryshnikov S.G. **617**
ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ СТЕПНОЙ ЗОНЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ К ПРИРОДНЫМ И АНТРОПОГЕННЫМ ФАКТОРАМ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ASSESSMENT OF NATURAL-ECONOMIC SYSTEMS VULNERABILITY TO NATURAL AND ANTHROPOGENIC IMPACT FACTORS IN THE STEPPE ZONE OF ALTAI TERRITORY

Красноярова Б.А., Назаренко А.Е., Шарабарина С.Н., Плуталова Т.Г. / Krasnoyarova B.A., Nazarenko A.E., Sharabarina S.N., Plutalova T.G. 622
УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СТЕПНЫХ РАЙОНАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ
CARBON FOOTPRINT OF AGRICULTURAL LAND USE IN THE STEPPE REGIONS OF THE ALTAI KRAI

Кугушева А.С., Соболев Н.А. / Kugusheva A.S., Sobolev N.A. 627
ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ *IRIS APHYLLA* L. В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ
PHYTOCOENOTIC AND ABIOTIC CHARACTERISTICS OF *IRIS APHYLLA* L. HABITATS IN EUROPEAN RUSSIA

Кудерина Т.М. / Kuderina T.M. 636
ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ И ТРАНСГРАНИЧНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ ПРИ ОПУСТЫНИВАНИИ ЮГА РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ
GEOCHEMICAL INFLUENCE OF LOCAL AND TRANSBOUNDARY AEROSOLS DURING DESERTIFICATION IN THE SOUTH OF RUSSIA AND SURROUNDING TERRITORIES

Кудрин С.Г. / Kudrin S.G. 641
ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ОСТЕПНЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ХИНГАНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА
STEPPED PHYTOCENOSES KHINGAN RESERVE AND THEIR RECOVERY

Кудрявцев А.Ю. / Kudryavtsev A.Yu. 647
ЛЕСА СТЕПНОГО ЗАВОЛЖЬЯ
FORESTS OF THE STEPPE ZONE IN TRANS-VOLGA REGION

Кузьмина Е.А., Улитко А.И., Изварин Е.П., Тарасова М.С. / Kuzmina E.A., Ulitko A.I., Izvarin E.P., Tarasova M.S. 655
ПОЗДНЕГОЛОЦЕНОВЫЕ ПОЗВОНОЧНЫЕ ГОРЫ ВЕРБЛЮЖКА (ДЮЯТАШ), ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТЬ
LATE HOLOCENE VERTEBRATES OF THE VERBLUZHKA MOUNTAIN (DYUYATASH), ORENBURG REGION

Кузьмина Е.Н., Свиридов И.С. / Kuzmina E.N., Sviridov I.S. 662
ЗАБРОШЕННЫЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ СТРОЕНИЯ И НЕИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ КАК СЛЕДСТВИЯ КАМПАНИИ ПО ОСВОЕНИЮ ЦЕЛИННЫХ И ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ И КАК «ВЫЗОВЫ» ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ РАЗВИТИЮ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ
ABANDONED AGRICULTURAL BUILDINGS AND UNUSED TERRITORIES OF THE ORENBURG REGION AS A CONSEQUENCE OF THE CAMPAIGN FOR THE DEVELOPMENT OF VIRGIN AND FALLOW LAND AND AS "CHALLENGES" TO TERRITORIAL DEVELOPMENT AT THE PRESENT STAGE

Кулагин А.Ю., Гиниятуллин Р.Х. / Kulagin A.Yu., Giniyatullin R.Kh. 670
ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ И ЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ НА НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ЛЕСОСТЕПНОГО ЮЖНОГО ПРИУРАЛЬЯ
ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL JUSTIFICATION OF FOREST RESTORATION AND PROTECTIVE AFESTORATION IN DISTURBED TERRITORIES OF THE FOREST-STEPPE SOUTH URAL REGION

Кулик К.Н., Кулик К.Д., Слайковская Е.С. / Kulik K.N., Kulik K.D., Slaykovskaya E.S. **675**
НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОПУСТЫНИВАНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ
SCIENTIFIC SUPPORT FOR THE PREVENTION OF DESERTIFICATION OF AGRICULTURAL LANDSCAPES IN THE SOUTH-EAST OF EUROPEAN RUSSIA

Куст Г.С. / Kust G.S. **683**
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ НЕЙТРАЛЬНОГО БАЛАНСА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ РОССИИ
EXPERIENCE OF USING THE CONCEPT OF LAND DEGRADATION NEUTRALITY TO ASSESS THE STATE OF LAND IN RUSSIA

Кухарик Е.А., Ратникова О.Н., Глаз А.С., Крапивин П.П. / Kukharik E.A., Ratnikova O.N., Glaz A.S., Krapivin P.P. **693**
ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БОЛОТНОГО МАССИВА МОРОЧНО (БЕЛОРУССКОЕ ПОЛЕСЬЕ)
TECHNOGENIC TRANSFORMATION OF THE EARTH'S SURFACE IN THE EASTERN PART OF THE MOROCHNO SWAMP MASSIF (BELARUSIAN POLESIE)

Ларионов А.В. / Larionov A.V. **698**
РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЯ ПЕТРОФИТНЫХ СТЕПЕЙ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ
DIVERSITY AND ECOLOGY OF PETROPHYTIC STEPPES OF THE LEFT BANK OF THE MINUSINSK BASIN

Лебяжинская И.П. / Lebyazhinskaya I.P. **706**
ФАУНИСТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И РЕДКИЕ ВИДЫ ПТИЦ СТЕПНЫХ И ЛЕСОСТЕПНЫХ УЧАСТКОВ ЗАПОВЕДНИКА «ПРИВОЛЖСКАЯ ЛЕСОСТЕПЬ»
FAUNISTIC DIVERSITY AND RARE SPECIES OF BIRDS OF STEPPE AND FOREST–STEPPE AREAS OF THE RESERVE «PRIVOLZHSKAYA LESOSTEP»

Левыкин С.В., Грошева О.А., Казачков Г.В., Левыкина Н.П. / Levykin S.V., Grosheva O.A., Kazachkov G.V., Levykina N.P. **714**
РОЛЬ ХЬЮ БЕННЕТТА В СОЗДАНИИ НОВОГО НАПРАВЛЕНИЯ В ПОЧВОВЕДЕНИИ – ОХРАНЫ ПОЧВ
HUGH BENNETT'S ROLE IN CREATING A NEW DIRECTION IN SOIL SCIENCE – SOIL CONSERVATION

Левыкин С.В., Яковлев И.Г., Казачков Г.В. / Levykin S.V., Yakovlev I.G., Kazachkov G.V. **720**
АСПЕКТЫ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ И ЗАСЕЛЕНИЯ ЦЕЛИННЫХ ЗЕМЕЛЬ ОРЕНБУРЖЬЯ: ОТ СТОЛЫПИНА ДО ЦЕЛИНЫ-2
ASPECTS OF PURPOSEFULL DEVELOPMENT AND SETTLEMENT OF VIRGIN LANDS IN THE ORENBURG REGION: FROM STOLYPIN TO TSELINA-2

Леонтьева О.В., Молодан Г.Н. / Leonteva O.V., Molodan G.N. **726**
ИЗ ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНО-ЭКСКУРСИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРИРОДНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ СТЕПЬ ДОНЕЦКАЯ
FROM THE EXPERIENCE OF ORGANIZING EDUCATIONAL AND EXCURSION ACTIVITIES IN THE DONETSKAYA STEPPE NATURE RESERVE

Лисецкий Ф.Н. / Lisetskii F.N. **729**
ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА НАКОПЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВАХ ДРЕВНЕЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ РАЙОНОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ
STUDY OF THE POTENTIAL FOR ACCUMULATION OF ORGANIC CARBON IN POSTAGROGENIC SOILS OF ANCIENT AGRICULTURAL REGIONS OF THE STEPPE ZONE FOR THE PURPOSES OF REGENERATIVE AGRICULTURE

Литвинская С.А. / Litvinskaya S.A. **737**
ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ СТЕПНОГО РЕФУГИУМА ЗАПАДНЫХ ОТРОГОВ СТАВРОПОЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ
NATURAL CONDITIONS OF THE STEPPE REFUGIUM OF THE WESTERN SPURS OF THE STAVROPOL UPLAND

Лобковская Л.Г. / Lobkovskaya L.G. **747**
ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ ПРАКТИК
APPROACHES TO MODELING SUSTAINABLE LAND USE BASED ON AGROFORESTRY PRACTICES

Лобковский В.А., Куст Г.С., Андреева О.В. / Lobkovskiy V.A., Kust G.S., Andreeva O.V. **752**
ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИНДИКАТОРЫ ОЦЕНКИ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ
GLOBAL AND REGIONAL INDICATORS FOR ASSESSING LAND DEGRADATION

Лопатовская О.Г., Иванова М.А. / Lopatovskaya O.G., Ivanova M.A. **758**
НЕКОТОРЫЕ ПОЧВЫ ЛЕСОСТЕПИ ПРИБАЙКАЛЬЯ
SOME FOREST-STEPPE SOILS OF THE BAIKAL REGION

Лубенец Л.Ф., Бирюков Р.Ю., Черных Д.В. / Lubenets L.F., Biryukov R.Yu., Chernykh D.V. **762**
ЛАНДШАФТЫ ОКРЕСТНОСТЕЙ ПОС. ТИГИРЕК (СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ АЛТАЙ): ОТ ТРАНСФОРМАЦИИ ДО КОНСЕРВАЦИИ
LANDSCAPES IN THE VICINITY OF TIGIREK (NORTHWEST ALTAI): FROM TRANSFORMATION TO CONSERVATION

Лукашов А.А., Смоктунович Т.Л., Ткачук Т.Е. / Lukashov A.A., Smoktunovich T.L., Tkachuk T.E. **768**
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ СОВРЕМЕННЫХ РИТМИЧЕСКИХ ГИДРО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ХОДЕ ЭВОЛЮЦИИ ЗАПОВЕДНЫХ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЗАБАЙКАЛЬЯ
ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF MODERN RHYTHMIC HYDROCLIMATIC CHANGES IN THE COURSE OF EVOLUTION OF PROTECTED STEPPE LANDSCAPES OF TRANSBAIKALIA

Лянгузова И.В., Исаева Ш.Г. / Lyanguzova I.V., Isaeva Sh.G. **777**
РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНА АЛЯТ (АЗЕРБАЙДЖАН) И СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА – РАСТЕНИЕ
VEGETATION OF THE MUD VOLCANO ALYAT (AZERBAIJAN) AND METAL CONTENT IN THE SOIL – PLANT SYSTEM

Магрицкий Д.В. / Magritsky D.V. **784**
НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТОКА НИЖНЕГО УРАЛА
NEW RESULTS ON THE DETERMINATION OF ECOLOGICAL RUNOFF IN THE LOWER REACHES OFTHE URAL RIVER

Магрицкий Д.В., Михайлова М.В., Самохин М.А. / Magritsky D.V., Mikhailova M.V., Samokhin M.A. **793**
ЭКОЛОГО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДЕЛЬТЫ ТЕРЕКА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ
ECOLOGICAL-HYDROLOGICAL AND WATER MANAGEMENT PROBLEMS OF THE TEREK RIVER DELTA AND WAYS TO SOLVE THEM

Майканов Н.С., Канаткалиева Ж.А., Рамазанова С.И., Суров В.В., Танитовский В.А. / Maikanov N.S., Kanatkalieva Zh.A., Ramazanova S.I., Surov V.V., Tanitovskyi V.A. **802**
ЕСТЕСТВЕННАЯ ЗАРАЖЕННОСТЬ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ВИРУСОМ ГЛПС НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД 2001-2023 гг.
NATURAL INFECTION OF SMALL MAMMALS WITH HFRS VIRUS IN THE WEST KAZAKHSTAN REGION FOR THE PERIOD 2001-2023

Майканов Н.С., Танитовский В.А., Жумадилова З.Б., Садовская В.П., Просветова И.К. / Maikanov N.S., Tanitovskyi V.A., Zhumadilova Z.B., Sadovskaya V.P., Prosvetova I.K. **808**
МАТЕРИАЛЫ ПО ФАУНЕ БЛОХ (*SIPHONAPTERA*) ТЕПЛОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ И ЖИЛЬЯ ЧЕЛОВЕКА ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА
MATERIALS ON THE FAUNA OF FLEAS (SIPHONAPTERA) OF WARM-BLOODED ANIMALS AND HUMAN DWELLINGS IN WESTERN KAZAKHSTAN

Макаров В.З., Гусев В.А., Демин А.М., Неврюев А.М., Федоров А.В. / Makarov V.Z., Gusev V.A., Demin A.M., Nevruev A.M., Fedorov A.V. **814**
ИСТОРИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПАХОТНЫХ УГОДИЙ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ
THE HISTORY OF ECONOMIC DEVELOPMENT AND THE CURRENT STATE OF ARABLE LANDS OF THE SARATOV VOLGA REGION

Мартыненко В.Б., Федоров Н.И., Наумова Л.Г. / Martynenko V.B., Fedorov N.I., Naumova L.G. **820**
ВЛИЯНИЕ ТЕКУЩИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА СТЕПНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПРЕДУРАЛЬЯ И ЗАУРАЛЬЯ
IMPACT OF CURRENT CLIMATIC CHANGES ON STEPPE ECOSYSTEMS OF THE CIS-URAL AND TRANS-URAL REGIONS

Марченко Г.А. / Marchenko G.A. **827**
ЛАНДШАФТНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГА ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ
LANDSCAPE DIVERSITY OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS THE SOUTH OF DONETSK REGION

Межитов А.З., Эльдаров Э.М. / Mezhitov A.Z., Eldarov E.M. **832**
ТУРИСТИЧЕСКИЙ БРЕНДИНГ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ НОГАЙСКОЙ СТЕПИ
TOURISM BRANDING AS A FACTOR IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE NOGAI STEPPE

Молодан Г.Н. / Molodan G.N. **838**
ЗАПОВЕДНИКИ КАК ЭТАЛОНЫ АБОРИГЕННОЙ ПРИРОДЫ
NATURE RESERVES AS STANDARDS OF ABORIGINAL NATURE

Монгуш С.П. / Mongush S.P. **843**
ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ЮЖНЫХ РЕСПУБЛИК АНГАРО-ЕНИСЕЙСКОГО МАКРОРЕГИОНА
TOURIST-RECREATIONAL COMPLEX OF THE SOUTHERN REPUBLICS OF THE ANGARO-ENISEI MACRO-REGION

Муканова Л.К. / Mukanova L.K. **850**
НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ
SOME PROBLEMS OF LEGAL REGULATION OF THE IMPACT OF OIL POLLUTION ON THE STEPPES OF THE ORENBURG REGION

Мустакимова Д.И., Хасанова Р.Ф. / Mustakimova D.I., Khasanova R.F. **855**
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОД РЕКИ УРАЛ В ГРАНИЦАХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ
ANALYSIS OF THE STATE OF THE WATERS OF THE URAL RIVER WITHIN THE BOUNDARIES OF THE ORENBURG REGION

Мустафина А.Н., Абрамова Л.М. / Mustafina A.N., Abramova L.M. **859**
К БИОЛОГИИ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ
ON THE BIOLOGY OF SOME RARE PLANT SPECIES IN THE TERRITORY OF THE ORENBURG REGION

Мязина Н.Г. / Myazina N.G. **866**
ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РОДНИКОВ ЮЖНОЙ СТЕПНОЙ ЗОНЫ (НА ПРИМЕРЕ САРАКТАШСКОГО И СОЛЬ-ИЛЕЦКОГО РАЙОНОВ) ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ
HYDROGEOCHEMICAL FEATURES OF THE FORMATION OF I SPRINGS OF THE SOUTHERN STEPPE ZONE (ON THE EXAMPLE OF SARAKTASH AND SOL-ILETSKY DISTRICTS) ORENBURG REGION

Намзалов Б-Ц.Б. / Namzalov B-Ts.B. **870**
ПАЦИФИКА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СТЕПЕЙ И ПРЕРИЙ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ
THE PACIFIC AND ITS INFLUENCE ON THE FORMATION OF VEGETATION OF STEPPES AND PRAIRIES IN THE SOUTH OF EASTERN SIBERIA

Наумова А.Е., Никонова В.Р., Бергалиев А.М. / Naumova A.E., Nikonova V.R., Bergaliev A.M. **875**
ПОЛОВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ И РАЗМНОЖЕНИЕ ОБЫКНОВЕННОЙ СЛЕПУШОНКИ (*ELLOBIUS TALPINUS*) В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
POPULATION STRUCTURE AND REPRODUCTION OF THE NORTHERN MOLE VOLE (*ELLOBIUS TALPINUS*) IN THE SARATOV REGION

Наурузова Н.С. / Nauruzova N.S. **883**
О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ СТЕПНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ
ABOUT SOME PROBLEMS OF STEPPE NATURE MANAGEMENT ON THE EXAMPLE OF THE ORENBURG REGION

Нгуен Ван Зунг, Бананова В.А., Лазарева В.Г., Горяев И.А. / Nguyen van Dung, Bananova V.A., Lazareva V.G., Goryaev I.A. **887**
КЛАССИФИКАЦИЯ СООБЩЕСТВ ЯДОВИТЫХ РАСТЕНИЙ КАЛМЫКИИ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА
CLASSIFICATION OF COMMUNITIES OF POISONOUS PLANTS OF KALMYKIA, THEIR CHARACTERISTICS

Нгуен Ван Зунг, Лазарева В.Г. / Nguyen van Dung, Lazareva V.G. **893**
ЯДОВИТЫЕ РАСТЕНИЯ ПАСТБИЩ КАЛМЫКИИ
POISONOUS PASTURE PLANTS OF KALMYKIA

Некрич А.С. / Nekrich A.S. **901**
СМЯГЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ ЯКОВЛЕВСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ
MITIGATION OF ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES DURING AGRICULTURAL DEVELOPMENT OF LANDSCAPES IN YAKOVLEVSKY DISTRICT OF BELGOROD OBLAST

Немерешина О.Н., Филиппова А.В., Гусев Н.Ф., Карпова Н.Г. / Nemereshina O.N., Filippova A.V., Gusev N.F., Karpova N.G. **908**
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ *VERONICA SPURIA L.*
THE INFLUENCE OF CLIMATIC CONDITIONS ON THE FORMATION OF MORPHOLOGICAL FEATURES OF *VERONICA SPURIA L.*

Непесов М.Д., Суслова С.Б. / Nepesov M.D., Suslova S.B. **915**
ИНФОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ЛОКАЛИЗАЦИЙ ПРАКТИК УСПЕШНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТАХ
AN INFOLOGICAL APPROACH TO MODELING THE LOCALIZATION OF SUCCESSFUL LAND USE PRACTICES IN FOREST-STEPPE LANDSCAPES

Никольский А.А., Ефимова Е.Е., Сорока О.В. / Nikol'skii A.A., Efimova E.E., Soroka O.V. **924**
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СНЕЖНОГО ПОКРОВА КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР
THERMAL PROPERTIES OF SNOW COVER AS AN ENVIRONMENTAL FACTOR

Новенко Е.Ю., Куприянов Д.А., Волкова Е.М. / Novenko E.Yu., Kupriyanov D.A., Volkova E.M. **931**
РЕКОНСТРУКЦИИ ИСТОРИИ ПАЛЕОПОЖАРОВ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ (ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ МАКРОСКОПИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ УГЛЯ В ТОРФЕ НА ТЕРРИТОРИИ МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА «КУЛИКОВО ПОЛЕ»
RECONSTRUCTIONS OF THE LATE HOLOCENE PALEOFIRES IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE ZONE (FROM MACROSCOPIC CHARCOAL DATA IN PEAT FROM THE AREA OF THE MUSEUM-RESERVE «KULIKOVO BATTLEFIED»)

Новикова Л.А., Васюков В.М., Михеева В.А. / Novikova L.A., Vasjukov V.M., Mikheeva V.A. **939**
ГАЛОФИТНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ КОЛЫШЛЕЙСКОГО РАЙОНА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
HALOPHYTIC VEGETATION OF THE KOLYSHLEI DISTRICT OF THE PENZA REGION

Огуреева Г.Н. / Ogureeva G.N. **946**
ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ГЕОГРАФИИ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ЛЕСОСТЕПИ ГОРНЫХ БИОМОВ РОССИИ
ECOLOGICAL-GEOGRAPHICAL APPROACH TO STUDYING THE GEOGRAPHY OF EXPOSITIONAL FOREST-STEPPE OF MOUNTAIN BIOMES OF RUSSIA

Омирзакова М.Ж., Вендт Я.А., Сапаров К.Т., Сергеева А.М. / Omirzakova M.Zh., Wendt J.A., Saparov K.T., Sergeyeva A.M. **953**
СЕЛЬСКИЙ ТУРИЗМ КАК СПОСОБ РАЗВИТИЯ РАЙОНОВ СТЕПНЫХ ЗОН АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ
RURAL TOURISM AS A WAY TO DEVELOP STEPPE ZONES IN AKTOBE OBLAST

Островский А.М. / Ostrovsky A.M. **960**
BOMBUS (PSITHYRUS) BARBUTELLUS SSP. MAXILLOSUS KLUG, 1817 – НОВЫЙ СТЕПНОЙ ПОДВИД ШМЕЛЕЙ-КУКУШЕК (HYMENOPTERA: APIDAE: BOMBINI) В ФАУНЕ БЕЛАРУСИ
BOMBUS (PSITHYRUS) BARBUTELLUS SSP. MAXILLOSUS KLUG, 1817, A NEW STEPPE SUBSPECIES OF CUCKOO BUMBLEBEES (HYMENOPTERA: APIDAE: BOMBINI) FOR THE FAUNA OF BELARUS

Отрадных И.Г., Съедина И.А., Уалиева Б.Б. / Otradnykh I.G., Syedina I.A., Ualyeva B.B. **963**
РАЗНООБРАЗИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ЗОНЫ НИЗКОГОРНЫХ СТЕПЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГНПП «КУЛЬСАЙСКИЕ ОЗЕРА» И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ
DIVERSITY OF PLANT COMMUNITIES IN THE LOW STEPPE ZONE ON THE TERRITORY OF THE «KULSAI LAKES» STATE NATIONAL PARK AND THEIR CHANGES UNDER THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC LOAD

Павлейчик В.М., Сивохип Ж.Т. / Pavleychik V.M., Sivohip Zh.T. **968**
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ПОЖАРОВ В ЮЖНЫХ СТЕПЯХ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ И МУГОДЖАР
SPATIO-TEMPORAL HETEROGENEITY OF FIRES IN THE SOUTHERN STEPPES OF THE NORTHERN CASPIAN AND MUGODZHAR

Павлейчик В.М., Языкбаев Э.Р., Сивохип Ж.Т., Падалко Ю.А. / Pavleychik V.M., Yazykbayev E.R., Sivohip Zh.T., Padalko Yu.A. **976**
ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРАВЯНЫХ ПОЖАРОВ В АНОМАЛЬНО ЖАРКИЕ И ЗАСУШЛИВЫЕ ГОДЫ (НА ПРИМЕРЕ УРАЛО-КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА)
FEATURES OF THE SPREAD OF GRASS FIRES IN ABNORMALLY HOT AND DRY YEARS (USING THE EXAMPLE OF THE URAL-CASPIAN REGION)

Панкратова Л.А. / Pankratova L.A. **981**
ВИДЫ-КОНКУРЕНТЫ НА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЗАЛЕЖАХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ (ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ)
COMPETING SPECIES ON DIFFERENT AGES DEPOSITS IN THE FOREST-STEPPE ZONE (VORONEZH REGION)

Панов В.И. / Panov V.I. **987**
ВЕТРО-МЕТЕЛЬНЫЕ СНОС-ПЕРЕНОС И СУБЛИМАЦИЯ (ВОЗГОНКА) СНЕГА ЗИМОЙ КАК ГЛАВНЫЕ ЧРЕЗМЕРНЫЕ ПОТЕРИ С НЕЗАЩИЩЕННЫХ ПОЛЕЙ И МЕРЫ ЕГО ЭФФЕКТИВНОЙ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОЙ ЗАЩИТЫ В СТЕПНОМ ПОЯСЕ ЕВРАЗИИ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ 60-ЛЕТНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В САМАРСКОМ ЧЕРНОЗЕМНОМ ЗАВОЛЖЬЕ)
WIND-BLIZZARD DEMOLITION-TRANSFER AND SUBLIMATION (SUBLIMATION) SNOW IN WINTER AS THE MAIN EXCESSIVE LOSSES FROM UNPROTECTED FIELDS AND MEASURES OF ITS EFFECTIVE AGROFORESTRY PROTECTION IN THE STEPPE ZONE OF EURASIA (ACCORDING TO THE RESULTS OF 60 YEARS OF RESEARCH IN THE SAMARA CHERNOZEM REGION)

Патрушева Е.Н. / Patrusheva E.N. **997**
СТЕПИ ХВАЛЫНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА КАК БАЗА ПРОВЕДЕНИЯ ЗОНАЛЬНОЙ ПРАКТИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ГЕОГРАФОВ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ
STEPPES OF KHVALYNSKY NATIONAL PARK FOR CONDUCTING ZONAL PRACTICE FOR STUDENTS OF GEOGRAPHERS

Переведенцев Ю.П., Павлова В.Н., Мирсаева Н.А., Николаев А.А., Тагиров М.Ш. / Perevedentsev Yu.P., Pavlova V.N., Mirsaeva N.A., Nikolaev A.A., Tagirov M.Sh. **1000**
КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СТЕПНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ АГРОСФЕРЫ
CLIMATIC CHANGES IN THE STEPPE REGIONS OF RUSSIA AND THEIR CONSEQUENCES FOR THE AGROSPHERE

Петрищев В.П., Пономарева Г.А. / Petrishchev V.P., Ponomareva G.A. **1009**
ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ КАРЬЕРНО-ОТВАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ВОСТОЧНОГО ОРЕНБУРЖЬЯ
NATURAL AND MAN-MADE GEOSYSTEMS OF QUARRY DUMP COMPLEXES OF THE EASTERN ORENBURG REGION

Петрова Л.Ю., Закирова А.С. / Petrova L.Yu., Zakirova A.S. **1013**
ИСТОРИКО-АРХЕОЛОГИЧЕСКИЙ ЛАНДШАФТ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ТЕЕТКАН (ЧЕСМЕНСКИЙ РАЙОН ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ) И ЕГО ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ
HISTORICAL AND ARCHAEOLOGICAL LANDSCAPE IN THE MIDDLE PART OF TEETKAN RIVER (CHESMA DISTRICT OF CHELYABINSK REGION) AND ITS TOURIST AND RECREATIONAL CAPABILITY

Плаксина А.Л., Шарапов Д.В. / Plaksina A.L., Sharapov D.V. **1021**
РЕКОНСТРУКЦИЯ ЕМКОСТИ ПАСТБИЩНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЭПОХИ БРОНЗЫ НА ПРИМЕРЕ УКРЕПЛЕННОГО ПОСЕЛЕНИЯ САРЫМ-САКЛЫ
RECONSTRUCTION OF BRONZE AGE PASTORAL LANDSCAPE CAPACITY BASED ON THE SARYM-SAKLY FORTIFIED SETTLEMENT CASE STUDY

Подобед Е.А., Назаров И.С. / Podobed E.A., Nazarov I.S. **1029**
СОВРЕМЕННЫЕ ЭКЗОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА СТЕПНЫХ СКЛОНАХ МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА «ДИВНОГОРЬЕ»
MODERN EXODYNAMIC PROCESSES ON THE STEPPE HILLSIDE OF THE DIVNOGORYE MUSEUM-RESERVE

Поляков Д.Г., Рябуха А.Г., Архангельская Т.А., Ковда И.В. / Polyakov D.G., Ryabukha A.G., Arkhangelskaya T.A., Kovda I.V. **1035**
ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ МЕЛОВЫХ ПОЛИГОНОВ ЮГА ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД
TEMPERATURE REGIME OF SOILS OF CRETACEOUS POLYGONS IN THE SOUTH OF THE ORENBURG REGION IN THE WINTER-SPRING PERIOD

Попова Н.Н. / Popova N.N. **1039**
БРИОФЛОРА ОХРАНЯЕМЫХ ЛЕСОСТЕПНЫХ ДУБРАВ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ
BRYOFLORA OF PROTECTED FOREST-STEPPE OAK FORESTS OF THE RYAZAN REGION

Попова О.Б. / Popova O.B. **1045**
ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ
ASSESSMENT OF SPATIAL TEMPORAL CHANGES IN SURFACE AIR TEMPERATURE IN THE ORENBURG REGION

Прохорова Н.В., Рязанова Я.А. / Prokhorova N.V., Ryazanova Ya.A. **1052**
ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ И РАСТЕНИЯХ СТЕПЕЙ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ
HEAVY METALS IN SOILS AND PLANTS OF THE STEPPE OF THE SAMARA REGION

Пугачёва А.М., Кулик К.Н. / Pugacheva A.M., Kulik K.N. **1058**
АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
AGROFORESTRY ECOLOGICAL COMPLEXES ON THE EXAMPLE OF THE VOLGOGRAD REGION

Пузаченко А.Ю., Власов А.А., Власов Е.А., Власова О.П. / Puzachenko A.Yu., Vlasov A.A., Vlasov E.A., Vlasova O.P. **1066**
ПАРАМЕТРЫ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ЗАПОВЕДНОЙ ЛУГОВОЙ СТЕПИ В 1963-2023 ГГ.
PARAMETERS OF SMALL MAMMAL POPULATION DYNAMICS IN THE PROTECTED MEADOW-STEPPE IN 1963-2023

Пышкин В.Б., Иванов С.П. / Pyshkin V.B., Ivanov S.P. **1075**
ПАРЦЕЛЛЯРНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ СТЕПНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ БОЛЬШОГО СУХОРЕЧЬЯ КРЫМА
THE PARTIAL DIVERSITY OF SOILS OF STEPPE BIOGEOCENOSES OF THE GREATER SUKHORECHYE OF CRIMEA

Решетняк О.С. / Reshetnyak O.S. **1083**
МНОГОЛЕТНИЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И КАЧЕСТВА РЕЧНЫХ ВОД СТЕПНОЙ ЗОНЫ
ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ
LONG-TERM TRENDS IN VARIABILITY IN THE CHEMICAL COMPOSITION AND QUALITY OF RIVER WATER IN THE STEPPE ZONE OF
THE EUROPEAN PART OF RUSSIA

Родикова А.В. / Rodikova A.V. **1090**
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА СОПРЯЖЕННЫХ ПОЧВ НИЗКОГОРИЙ В ПОДЗОНЕ СУХОЙ СТЕПИ (ЕРЕЙМЕНТАУ, КАЗАХСТАН)
FEATURES OF FORMATION AND SOME PROPERTIES OF CONNECTED SOILS OF LOW MOUNTAINS IN THE DRY STEPPE SUBZONE (EREYMENTAU, KAZAKHSTAN)

Родионова Н.В. / Rodionova N.V. **1098**
ОЦЕНКА СЕЗОННЫХ И МЕЖГОДОВЫХ ВАРИАЦИЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ ПО МОДЕЛИ FLDAS И СВЯЗЬ ВАРИАЦИЙ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ НА ПРИМЕРЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД 2000-2023 ГГ.
ASSESSMENT OF SEASONAL AND INTERANNUAL VARIATIONS IN SOIL MOISTURE USING THE FLDAS MODEL AND THE RELATIONSHIP OF VARIATIONS WITH CLIMATIC CHANGES ON THE EXAMPLE OF THE ORENBURG REGION FOR THE PERIOD 2000-2023

Романов А.Н., Трошкин Д.Н., Хвостов И.В., Рябинин И.В., Романов Д.А. / Romanov A.N., Troshkin D.N., Khvostov I.V., Ryabinin I.V., Romanov D.A. **1105**
ДИСТАНЦИОННЫЕ РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕДВЕСТНИКИ ЗАСУХ В АГРАРНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ)
REMOTE RADIOPHYSICAL HARBINGERS OF DROUGHTS IN THE AGRICULTURAL REGION OF RUSSIA (USING THE EXAMPLE OF THE ALTAI TERRITORY)

Рыбкина И.Д., Губарев М.С. / Rybkina I.D., Gubarev M.S. **1113**
ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ МЕЛИОРАТИВНОГО ТИПА В БЕССТОЧНОЙ ОБЛАСТИ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ
ACCOUNTING AND ASSESSMENT OF PARAMETERS OF RECLAMATION SYSTEMS IN THE DRAINLESS AREA OF THE OB-IRTYSH INTERFLUVE

Рябинина Н.О. / Ryabinina N.O. **1118**
ДОКУЧАЕВСКИЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ СТЕПЕВЕДЕНИЯ И ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ
DOKUCHAEV PERIOD OF DEVELOPMENT OF STEPPE SCIECE AND LANDSCAPE SCIECE

Рябуха А.Г., Поляков Д.Г. / Ryabukha A.G., Polyakov D.G. **1125**
ПОСТКРИОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ В ЮЖНОМ ПРЕДУРАЛЬЕ
POST-CRYOGENIC FORMATIONS IN THE SOUTHERN URALS

Рязанова Я.А., Кузовенко О.А., Федисов И.С. / Ryazanova Ya.A., Kuzovenko O.A., Fedisov I.S. **1134**
ПРЕДСТАВИТЕЛИ РОДА *ASTRAGALUS* L., СОБРАННЫЕ НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ, В КОЛЛЕКЦИЯХ САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА И МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
REPRESENTATIVES OF THE GENUS *ASTRAGALUS* L. COLLECTED IN THE ORENBURG REGION, IN THE COLLECTIONS OF SAMARA UNIVERSITY AND MOSCOW STATE UNIVERSITY

Савин Е.З., Березина Т.В., Поляков Д.Г. / Savin E.Z., Berezina T.V., Polyakov D.G. **1140**
АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СТЛАНЦЕВОЙ ЯБЛОНИ В СТЕПНЫХ УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА
ADAPTATION CAPABILITIES OF THE DWARF APPLE TREE IN THE STEPPE CONDITIONS OF THE SOUTHERN URALS

Салтыков А.Н. / Saltykov A.N. **1147**
ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ПРИСТЕПНЫХ БОРОВ СЕВЕРСКОГО ДОНЦА
SPONTANEOUS REAFFORESTATION OF STEPPE PINE FORESTS OF THE SEVERSKY DONETS

Самбуу А.Д., Нажик М.К. / Sambuu A.D., Nazhik M.K. **1156**
ПОСТПИРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ТУВЫ
POST-FIRE TRANSFORMATION OF VEGETATION IN THE STEPPE ECOSYSTEMS OF TUVA

Сангаджиева О.С., Бамбаева Е.Н., Сохорова З.В., Фадеева И.Ю., Бочкаев С.Л., Даваева Ц.Д., Сангаджиева Л.Х. / Sangadzhieva O.S., Bambayeva E.N., Sokhorova Z.V., Fadeeva I.Yu., Bochkaev S.L., Davaeva Ts.D., Sangadzhieva L.Ch. **1161**
ЭКОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРНОЗЕМЕЛЬСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНО-ОБВОДНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КАЛМЫКИИ
ECOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE CHERNOZEMELSKAYA IRRIGATION AND IRRIGATION SYSTEM OF KALMYKIA

Сангаджиева О.С., Сохорова З.В., Бочкаев С.Л., Даваева Ц.Д., Аржанова С.Э., Сангаджиева Л.Х., Джабруева Л.В. / Sangadzhieva O.S., Sokhorova Z.V., Bochkaev S.L., Davaeva Ts.D., Arzhanova S.E., Sangadzhieva L.Ch., Dzhabrueva L.V. **1169**
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОИДОВ В ПОЧВАХ КУМО-МАНЫЧСКОЙ ВПАДИНЫ
DISTRIBUTION OF HEAVY METALS AND METALLOIDS IN THE SOILS OF THE KUMO-MANYCH DEPRESSION

Санданов Д.В., Королюк А.Ю. / Sandanov D.V., Korolyuk A.Yu. **1175**
ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДОВ В СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВАХ ЗАБАЙКАЛЬЯ НА ОСНОВЕ ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ ДАННЫХ
ASSESSMENT OF SPECIES SPATIAL DISTRIBUTION IN STEPPE COMMMUNITIES OF TRANSBAIKALIA ON THE BASE OF GEOBOTANICAL DATA

Сафронова И.Н. / Safronova I.N. **1182**
ИНДИКАТОРЫ ЗОНАЛЬНОГО СТАТУСА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ
INDICATORS OF ZONAL STATUS OF NORTH-WESTERN CASPIAN REGION

Святоха Н.Ю., Филимонова И.Ю. / Svyatokha N.Yu., Filimonova I.Yu. **1187**
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТУРИЗМ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОЙ СФЕРЫ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ
INDUSTRIAL TOURISM AS A PROMISING DIRECTION FOR THE DEVELOPMENT OF THE TOURIST AND RECREATIONAL INDUSTRY IN THE ORENBURG REGION

Сдыков М.Н. / Sdykov M.N. **1193**
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭТНОКУЛЬТУРНОГО ЕДИНСТВА ЕВРАЗИИ
MODERN PROBLEMS OF ETHNOCULTURAL UNITY IN EURASIA

Себенцов А.Б. / Sebentsov A.B. **1200**
МИГРАЦИИ ИЗ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В РОССИЮ: ЕСТЬ ЛИ СВЯЗЬ С ДЕГРАДАЦИЕЙ ЗЕМЕЛЬ? ВЗГЛЯД ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФА
MIGRATIONS FROM CENTRAL ASIA TO RUSSIA: IS THERE A LINK TO LAND DEGRADATION? VIEW OF HUMAN GEOGRAPHER

Седова Е.Ю. / Sedova E.Yu. **1207**
ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В БАССЕЙНЕ Р. ЧУМЫШ
PROBLEMS OF WATER RESOURCES MANAGEMENT IN THE CHUMYSH RIVER BASIN

Семенова Н.В., Короткова Н.В., Сорокина Е.П. / Semenova N.V., Korotkova N.V., Sorokina E.P. **1215**
БИОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПНЫХ РАЙОНОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
BIOCLIMATIC ASSESSMENT OF THE STEPPE REGIONS OF THE SARATOV REGION

Сергеев М.Г., Молодцов В.В., Батурина Н.С., Ванькова И.А., Ефремова О.В., Жарков В.Д., Ким-Кашменская М.Н., Пашкова А.И., Попова К.В., Стороженко С.Ю. / Sergeev M.G., Molodtsov V.V., Baturina N.S., Van'kova I.A., Yefremova O.V., Zharkov V.D., Kim-Kashmenskaya M.N., Pashkova A.I., Popova K.V., Storozhenko S.Yu. **1222**
САРАНЧОВЫЕ СТЕПЕЙ ЕВРАЗИИ: ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОЗНАНИЯ ПРОШЛОГО, ПОНИМАНИЯ НАСТОЯЩЕГО И ПРОГНОЗА БУДУЩЕГО
GRASSHOPPERS OF THE EURASIAN STEPPES: ECOLOGO-GEOGRAPHIC MODELLING AS AN APPROACH TO KNOWLEDGE OF THE PAST, UNDERSTANDING OF THE PRESENT AND PREDICTION OF THE FUTURE

Середина В.П. / Seredina V.P. **1228**
РЕСУРСЫ ПОЧВЕННОГО КАЛИЯ В ЛЕСОСТЕПНЫХ И СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
RESOURCES OF SOIL POTASSIUM IN FOREST-STEPPE AND STEPPE LANDSCAPES OF WESTERN SIBERIA

Сивохип Ж.Т., Павлейчик В.М. / Sivokhip Zh.T., Pavleichik V.M. **1234**
ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ УРАЛ
TRANSFORMATION OF AGRICULTURE NATURE MANAGEMENT IN THE URAL RIVER BASIN

Симонович Е.И., Сидельников В.В., Сидельников В.В. / Simonovich E.I., Sidelnikov V.V., Sidelnikov V.V. **1240**
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ДИКИХ КОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF THE POPULATION OF WILD UNGULATES OF THE ROSTOV REGION

Синельникова К.П. / Sinelnikova K.P. **1243**
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЗОНЕ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ДОНСКОЙ ГРЯДЫ
ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS IN THE CHESTNUT SOIL ZONE OF THE DON RIDGE

Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. / Siptits S.O., Romanenko I.A., Evdokimova N.E. **1246**
НИЗКОУГЛЕРОДНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕГИОНОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ РОССИИ
LOW-CARBON TRANSFORMATION OF AGRICULTURE IN THE REGIONS OF THE STEPPE ZONE OF RUSSIA

Смелянский И.Э., Титова С.В., Кирилюк В.Е. / Smelansky I.E., Titova S.V., Kirilyuk V.E. **1252**
ВОЗВРАЩЕНИЕ САЙГАКА (*SAIGA TATARICA*) В РОССИЙСКОЕ ЗАВОЛЖЬЕ: ИСТОРИЯ ВОПРОСА, ДРАЙВЕРЫ И ПРОГНОЗ
RETURN OF THE SAIGA (SAIGA TATARICA) TO THE RUSSIAN TRANS-VOLGA REGION: HISTORY OF THE ISSUE, DRIVERS AND FORECAST

Смелянский И.Э., Титова С.В., Кирилюк В.Е. / Smelansky I.E., Titova S.V., Kirilyuk V.E. **1261**
УСЛОВИЯ ОХРАНЫ САЙГАКА (*SAIGA TATARICA*) В РОССИЙСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ
CONDITIONS FOR THE PROTECTION OF SAIGA (*SAIGA TATARICA*) IN THE RUSSIAN TRANS-VOLGA REGION

Спасская Н.Н. / Spasskaya N.N. **1269**
КОННЫЙ ТУРИЗМ В РОССИИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ
EQUESTRIAN TOURISM IN RUSSIA: CURRENT STATE AND PROSPECTS

Стаменов М.Н. / Stamenov M.N. **1273**
БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ *QUERCUS ROBUR* L. В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА РУССКОЙ РАВНИНЫ
BIOMORPHOLOGICAL ADAPTATIONS OF *QUERCUS ROBUR* L. IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHEAST OF THE RUSSIAN PLAIN

Стариков В.П., Вершинин Е.А. / Starikov V.P., Vershinin E.A. **1277**
БЛОХИ (SIPHONAPTERA) МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ РАЗНОТРАВНО-ДЕРНОВИННО-ЗЛАКОВОЙ СТЕПИ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ
(КУРГАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)
FLEAS (SIPHONAPTERA) OF SMALL MAMMALS IN HERB-BUNCHGRASS STEPPE OF THE SOUTH TRANS-URALS REGION (KURGAN OBLAST)

Сухолозова Е.А., Комаров Д.А., Сафонов А.В., Стельмах К.Н. / Sukholozova E.A., Komarov D.A., Safonov A.V., Stelmakh K.N. **1283**
БАЗА ДАННЫХ КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА ФЛОРИСТИЧЕСКОГО СОСТАВА НАРУШЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНОВ (НА ПРИМЕРЕ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСЕВАХ ЛЬНА СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ)
DATABASE AS A TOOL FOR MONITORING THE FLORISTIC COMPOSITION OF DISTURBED AND NATURAL TERRITORIES OF REGIONS (USING THE EXAMPLE OF WEEDS IN FLAX CROPS OF THE MIDDLE VOLGA REGION)

Суюндуков И.В., Кильдиярова Г.Н., Янтурин С.И. / Suyundukov I.V., Kildiyarova G.N., Yanturin S.I. **1286**
РЕДКИЕ ОРХИДЕИ В СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНАХ БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ
RARE ORCHIDS IN THE STEPPE AND FOREST-STEPPE ZONES OF THE BASHKIR TRANSURAL REGION

Суюндуков Я.Т., Хасанова Г.Р., Ильбулова Г.Р. / Suyundukov Ya.T., Khasanova G.R., Ilbulova G.R. **1289**
ПРИЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТЕПЕЙ В ЗАУРАЛЬЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН
TECHNIQUES FOR RESTORING STEPPES IN THE TRANS-URALS OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Тагирова О.В. / Tagirova O.V. **1293**
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ (Г. КУМЕРТАУ, РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)
REGIONAL FEATURES OF REFORESTATION AND NATURE MANAGEMENT OF ANTHROPOGENIC LANDSCAPES IN THE FOREST-STEPPE ZONE (City of KUMERTAU, REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN)

Ташнинова А.А. / Tashninova A.A. **1299**
ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЗА 2020-2023 ГГ. В ПРЕДЕЛАХ ЕРГЕНИНСКОГО КЛАСТЕРА
CLIMATE CHANGE FOR THE YEAR 2020-2023 WITHIN THE ERGENINSKY CLUSTER

Тишков А.А., Белоновская Е.А., Игнатенко И.М., Кренке А.Н., Некрич А.С., Суховеева О.Э., Титова С.В., Царевская Н.Г., Чендев Ю.Г., Чвырев А.А. / Tishkov A.A., Belonovskaya E.A., Ignatenko I.M., Krenke A.N., Nekrich A.S., Sukhoveeva O.E., Titova S.V., Tsarevskaya N.G., Chendev Yu.G., Chvyrev A.A. **1303**
ВЫЯВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ СОВРЕМЕННОГО АГРОЛАНДШАФТА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СОХРАНЕНИЯ СТЕПЕЙ
IDENTIFICATION AND ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF THE MODERN AGROLANDSCAPE OF THE BELGOROD REGION FOR THE PURPOSES OF STEPPE CONSERVATION

Ткачев В.В. / Tkachev V.V. **1309**
ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ИСТОРИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
GEOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL ASPECT OF HISTORICAL AND METALLURGICAL RESEARCH

Ткачук Т.Е., Казанов А.А. / Tkachuk T.E., Kazanov A.A. **1314**
ВЛИЯНИЕ ДОМАШНИХ И ДИКИХ КОПЫТНЫХ НА СТЕПНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ (НА ПРИМЕРЕ ОХРАННОЙ ЗОНЫ ДАУРСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА)
INFLUENCE OF DOMESTIC AND WILD UNGULATES ON STEPPE VEGETATION (BASED ON THE EXAMPLE OF THE BUFFER ZONE OF THE DAURSKY BIOSPHERE RESERVE)

Ткачук Т.Е., Чащина Н.А., Попова О.А., Лаевская М.В., Никифорова Ю.В., Лесков А.П. / Tkachuk T.E., Chashchina N.A., Popova O.A., Laevskaya M.V., Nikiforova Yu.V., Leskov A.P. **1322**
ЗАЛЕЖИ КАК ИСТОЧНИК РЕСУРСОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ)
FALLOW LANDS AS A SOURCE OF MEDICINAL PLANTS RESOURCES (ON THE EXAMPLE OF ZABAIKALSKY KRAY)

Тожиева З.Н., Шерхолов О.И. / Tojieva Z.N., Sherholov O.I. **1330**
ВОПРОСЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ ПУСТЫНИ КЫЗЫЛКУМ
ISSUES OF TERRITORIAL ORGANIZATION OF THE POPULATION OF THE KYZYLKUM DESERT

Тохтарь В.К., Курской А.Ю. / Tokhtar V.K., Kurskoy A.Yu. **1334**
ИНВАЗИОННЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ СТЕПНЫХ УЧАСТКОВ НА ЮГО-ЗАПАДЕ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ (БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)
INVASIVE PLANT SPECIES OF STEPPE AREAS IN THE SOUTH-WEST OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND (BELGOROD REGION)

Трофимов И.А. / Trofimov I.A. **1338**
СТЕПНЫЕ АГРОЭКОСИСТЕМЫ НА ПРЕДЕЛЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ
STEPPE AGROECOSYSTEMS IS AT ITS LIMIT

Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Емельянов А.В., Скрипникова Е.В. / Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P., Emelyanov A.V., Skripnikova E.V. **1343**
СОЦИАЛЬНЫЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТЕПНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
SOCIAL, ECOLOGICAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF STEPPE NATURE MANAGEMENT

Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Рыбальский Н.Г., Снакин В.В., Емельянов А.В., Скрипникова Е.В., Горбунов А.С., Быковская О.П. / Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P., Rybalsky N.G., Snakin V.V., Emelyanov A.V., Skripnikova E.V., Gorbunov A.S., Bykovskaya O.P. **1348**
СОХРАНЕНИЕ СТЕПЕЙ – ДЕЛО ВСЕНАРОДНОЕ
THE PRESERVATION OF THE STEPPES IS A NATIONAL MATTER

Трофимова Л.С. / Trofimova L.S. **1354**
НАШИ СТЕПИ И ДРУГИЕ ТРАВЯНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В БИОСФЕРЕ И НООСФЕРЕ
OUR STEPPES AND OTHER GRASS ECOSYSTEMS IN THE BIOSPHERE AND NOOSPHERE

Трузина Л.А. / Truzina L.A. **1358**
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ *GALEGA ORIENTALIS* ПРИ СОХРАНЕНИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ПОЧВЕННЫХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
USE OF *GALEGA ORIENTALIS* IN THE CONSERVATION AND RESTORATION OF SOIL AND BIOLOGICAL RESOURCES

Туктамышева Л.М. / Tuktamysheva L.M. **1362**
ДЕПОПУЛЯЦИЯ НАСЕЛЕНИЯ СТЕПНЫХ РЕГИОНОВ ЕВРАЗИИ: ОЦЕНКА И ПЕРСПЕКТИВЫ
DEPOPULATION OF THE POPULATION OF THE STEPPE REGIONS OF EURASIA: ASSESSMENT AND PROSPECTS

Тютюма Н.В., Булахтина Г.К. / Tyutyuma N.V., Bulahtina G.K. **1369**
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ДЕГРАДИРОВАННЫХ АРИДНЫХ ПАСТБИЩНЫХ ЭКОСИСТЕМ В СЕВЕРНОМ ПРИКАСПИИ
TECHNOLOGICAL METHODS FOR RECLAIMATION OF DEGRADED ARID PASTURAL ECOSYSTEMS IN THE NORTHERN CASPIAN REGION

Уланова С.С. / Ulanova S.S. **1376**
СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОХРАНИЛИЩ КАЛМЫКИИ
MODERN GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF RESERVOIRS IN KALMYKIA

Уланова С.С., Бембеева О.Г., Джамбинов В.Е. / Ulanova S.S., Bembeeva O.G., Dzhambinov V.E. **1383**
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОХРАНИЛИЩА КИРКИТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЙ 2022-2023 гг.
THE CURRENT POSITION OF THE KIRKITA WATER RESERVOIR ACCORDING TO THE RESULTS OF RESEARCH IN 2022-2023

Федорова Н.Л., Джамбинов В.Е., Арилов Д.М. / Fedorova N.L., Dzhambinov V.E., Arilov D.M. **1390**
ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ
IDENTIFICATION OF DEGRADED TERRITORIES IN THE EASTERN PART OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA USING GIS TECHNOLOGIES

Федотова З.А. / Fedotova Z.A. **1395**
К ИЗУЧЕНИЮ КОМПЛЕКСОВ ГАЛЛИЦ (DIPTERA, CECIDOMYIIDAE), РАЗВИВАЮЩИХСЯ НА ОБЩИХ РАСТЕНИЯХ-ХОЗЯЕВАХ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ
TO THE STUDY OF GALL MIDGE COMPLEXES (DIPTERA, CECIDOMYIIDAE) DEVELOPING ON SAME HOST PLANTS IN THE MIDDLE VOLGA REGION

Федяева В.В., Шмараева А.Н., Ермолаева О.Ю., Шишлова Ж.Н. / Fedyaeva V.V., Shmaraeva A.N., Ermolaeva O.Yu., Shishlova Zh.N. **1403**
ФИТОСОЗОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ООПТ НА ЕРГЕНЯХ (РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)
PHYTOSOZOLOGICAL JUSTIFICATION OF THE ORGANIZATION OF SPNA IN ERGENI (ROSTOV REGION)

Хасанова Р.Ф., Суюндуков Я.Т., Семенова И.Н. / Khasanova R.F., Suyundukov Ya.T., Semenova I.N. **1411**
ВОССТАНОВЛЕНИЕ СВОЙСТВ ДЕГРАДИРОВАННЫХ СТЕПНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИЁМАМИ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ
RESTORATION OF THE PROPERTIES OF DEGRADED STEPPE CHERNOZEMS BY PHYTOMELIORATION TECHNIQUES

Холоденко А.В., Горбова П.С. / Kholodenko A.V., Gorbova P.S. **1415**
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МОДЕРНИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ
CURRENT ISSUES RELATED TO MODERNIZATION OF REGIONAL TERRITORIAL NATURE PROTECTION SYSTEMS

Хомяков Д.М. / Khomiakov D.M. **1420**
АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АГРОПРОИЗВОДСТВА В СТЕПНЫХ РЕГИОНАХ
ADAPTIVE LANDSCAPE FARMING SYSTEMS AS A BASIS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL PRODUCTION IN STEPPE REGIONS

Хорошев А.В., Ашихмин А.П., Шлюпикова М.М. / Khoroshev A.V., Ashikhmin A.P., Shlyupikova M.M. **1429**
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ФИТОПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ (НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОУРАЛЬСКИХ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ)
SPATIO-TEMPORAL ORGANIZATION OF PHYTOPRODUCTION PROCESS: METHODOLOGICAL ISUUES (A CASE STUDY OF THE SOUTH URALS STEPPE LANDSCAPES)

Хропов А.Г., Иванов А.В., Шелудякова М.Б., Яковишина Е.В., Яшков И.А. / Khropov A.G., Ivanov A.V., Sheludyakova M.B., Yakovishina E.V., Yashkov I.A. **1436**
СТЕПИ В НАУЧНОМ НАСЛЕДИИ И.И. ЛЕПЁХИНА
STEPPES IN THE SCIENTIFIC HERITAGE OF I.I. LEPEKHIN

Цинберг М.Б., Ненашева М.Н. / Tsinberg M.B., Nenasheva M.N. **1443**
КОНЦЕПТ-ПРОЕКТ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОБЛЕМ БАССЕЙНА РЕКИ УРАЛ
A CONCEPT PROJECT FOR SOLVING WATER MANAGEMENT PROBLEMS IN THE URAL RIVER BASIN

Чевычелов А.П., Алексеев А.А., Кузнецова Л.И. / Chevychelov A.P., Alekseev A.A., Kuznetsova L.I. **1452**
МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ МЕРЗЛОТНЫХ ЛУГОВО-СТЕПНЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ГИДРОМОРФИЗМА
MAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF FROZEN MEADOW-STEPPE SOILS OF CENTRAL YAKUTIA, DEPENDING ON THE DEGREE OF HYDROMORPHISM

Ченикалова Е.В. / Chenikalova E.V. **1456**
АРИДИЗАЦИЯ КЛИМАТА И ПРИРОДНЫЕ ОПЫЛИТЕЛИ В СТЕПЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ
CLIMATE ARIDIZATION AND NATURAL POLLINATORS IN THE STEPPES OF CENTRAL CISCAUCASIA

Черная Л.В., Ковальчук Л.А., Микшевич Н.В. / Chernaya L.V., Kovalchuk L.A., Mikshevich N.V. **1460**
КРАСНОКНИЖНЫЙ ВИД ПИЯВОК *HIRUDO MEDICINALIS* (LINNAEUS, 1758) В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ
RED BOOK SPECIES OF LEECHES *HIRUDO MEDICINALIS* (LINNAEUS, 1758) IN THE ORENBURG REGION

Чернова О.В., Присяжная А.А. / Chernova O.V., Prisyazhnaya A.A. **1465**
СОХРАНЕНИЕ РАЗНООБРАЗИЯ ПОЧВ СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМ РОССИИ НА ФЕДЕРАЛЬНОМ И РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЯХ
CONSERVATION OF STEPPE ECOSYSTEMS SOIL DIVERSITY IN FEDERAL AND REGIONAL PROTECTED AREAS OF RUSSIA

Чернышева О.А. / Chernysheva O.A. **1474**
СОХРАНЕНИЕ РЕЛИКТОВЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В ПРИАНГАРСКИХ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТАХ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)
PRESERVATION OF RELIC VASCULAR PLANTS IN THE PRIANGAR LANDSCAPES OF THE BAIKAL REGION (IRKUTSK REGION)

Чибилёв А.А., Кадебская О.И., Калмыкова О.Г., Вельмовский П.В., Наумкин Д.В., Кин Н.О. / Chibilev A.A., Kadebskaya O.I., Kalmykova O.G., Velmovsky P.V., Naumkin D.V., Kin N.O. **1478**
ИСТОРИКО-ПРИРОДНЫЙ КОМПЛЕКС «ЛЕДЯНАЯ ГОРА И КУНГУРСКАЯ ЛЕДЯНАЯ ПЕЩЕРА»: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ
HISTORICAL AND NATURAL COMPLEX «CE MOUNTAIN AND KUNGUR ICE CAVE»: CURRENT STATE AND ANTHROPOGENIC IMPACT

Чумакова В.В., Чумаков В.Ф., Деревянникова М.В., Миронова Т.М. / Chumakova V.V., Chumakov V.F., Derevyannikova M.V., Mironova T.M. **1483**
ВИДЫ И СОРТА МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ СТЕПНЫХ РЕГИОНОВ
TYPES AND VARIETIES OF PERENNIAL GRASSES FOR THE PRESERVATION AND RESTORATION OF BIOLOGICAL RESOURCES OF STEPPE REGIONS

Шайфуллин М.Р., Андреева Д.А. / Shaifullin M.R., Andreeva D.A. **1487**
ДИНАМИКА ЭРОЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ВОЛГОГРАДА ЗА ПЕРИОД 1971-2023 ГГ.
DYNAMICS OF EROSION ACTIVITY OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION ON THE TERRITORY OF VOLGOGRAD CITY FOR THE PERIOD 1971-2023.

Шаповалова И.Б. / Shapovalova I.B. **1491**
ОРНИТОФАУНА ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ ПРИ УСИЛЕНИИ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ
ORNITHOFAUNA OF ARTIFICIAL RESERVOIRS OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA WITH INCREASED ANTHROPOGENIC IMPACT

Шатунов А.Е., Новенко Е.Ю. / Shatunov A.E., Novenko E.Yu. **1498**
РЕКОНСТРУКЦИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПОЖАРОВ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ СРЕДНЕГО ЗАВОЛЖЬЯ В ГОЛОЦЕНЕ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ МАКРОЧАСТИЦ УГЛЯ В ТОРФЕ НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БУЗУЛУКСКИЙ БОР»
RECONSTRUCTION OF FIRE PERIODICITY IN FOREST ECOSYSTEMS OF THE MIDDLE VOLGA REGION IN THE HOLOCENE ACCORDING TO THE DATA OF STUDYING COAL MACROPARTICLES IN PEAT ON THE TERRITORY OF THE BUZULUKSKIY BOR NATIONAL PARK

Шахворостова С.А., Волкова Е.М. / Shakhvorostova S.A., Volkova E.M. **1503**
ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ЧЕРНОЗЕМАХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ (ТУЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)
THE TRANSFORMATION OF ORGANIC MATTER IN THE CHERNOZEMS OF THE NORTHERN FOREST-STEPPE (TULA REGION)

Шилова И.В., Пархоменко А.С., Пархоменко В.М. / Shilova I.V., Parkhomenko A.S., Parkhomenko V.M. **1507**
К РАСПРОСТРАНЕНИЮ ВИДОВ РОДА *DELPHINIUM* L. НА ЮЖНОМ УРАЛЕ, ЮГЕ ЗАПАДНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИБИРИ
ON THE DISTRIBUTION OF SPECIES OF THE GENUS *DELPHINIUM* L. IN THE SOUTH URAL, SOUTH OF WESTERN AND CENTRAL SIBERIA

Шинкаренко С.С., Барталев С.А. / Shinkarenko S.S., Bartalev S.A. **1513**
ПЕРСПЕКТИВЫ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СТЕПНЫХ И ПУСТЫННЫХ ЛАНДШАФТОВ
PROSPECTS OF SATELLITE MONITORING OF STEPPE AND DESERT LANDSCAPES

Шмараева А.Н., Макарова Л.И. / Shmaraeva A.N., Makarova L.I. **1518**
ЭНДЕМИЧНЫЙ ВИД *SERRATULA TANAITICA* P.A. SMIRN. (CEM. ASTERACEAE) В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ENDEMIC SPECIES *SERRATULA TANAITICA* P.A. SMIRN. (FAMILY ASTERACEAE) IN THE ROSTOV REGION

Щавелев А.Н., Мячина К.В., Дубровская С.А., Ряхов Р.В. / Shchavelev A.N., Myachina K.V., Dubrovskaya S.A., Ryakhov R.V. **1527**
К АНАЛИЗУ СРЕДООБРАЗУЮЩИХ ФУНКЦИЙ СТЕПНЫХ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
TO THE ANALYSIS OF ENVIRONMENT-FORMING FUNCTIONS OF STEPPE NATURAL-TECHNICAL GEOSYSTEMS OF OIL FIELDS

Юсифов Э.Ф. / Yusifov E.F. **1531**
ГЕОБОТАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТУГАЙНЫХ ЛЕСОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА
GEOBOTANICAL ANALYSIS OF TUGAI FORESTS OF THE STEPPE ZONE OF AZERBAIJAN

Юсупова О.В., Абрамова Л.М. / Yusupova O.V., Abramova L.M. **1539**
К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *SCHIVERECKIA HYPERBOREA* В ЮЖНО-УРАЛЬСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ
TO CHARACTERIZE THE COENOPOPULATION OF SCHIVERECKIA HYPERBOREA IN THE SOUTH URAL RESERVE

Юферев В.Г. / Yuferev V.G. **1545**
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ОПУСТЫНИВАНИЯ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ
GEOINFORMATION ANALYSIS OF DESERTIFICATION OF ARID TERRITORIES

Ядренкина Е.Н. / Yadrenkina E.N. **1551**
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РЫБ В МЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ ИХТИОФАУНЫ МЕЛКОВОДНЫХ ОЗЕР ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE STUDY OF FISH DIVERSITY IN A CHANGING ENVIRONMENT ON THE EXAMPLE OF SHALLOW LAKE'S ICHTHYOFAUNA IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

Яковлев И.Г. / Yakovlev I.G. **1558**
РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛЬНОГО РАЙОНА
RETROSPECTIVE ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT USING THE EXAMPLE OF A MODEL AREA

Яковлева Е.П. / Yakovleva E.P. **1562**
ОЦЕНКА ПОДТОПЛЕНИЯ И ЗАСОЛЕНИЯ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ СТЕПНЫХ РЕГИОНОВ ПОВОЛЖЬЯ
ASSESSMENT OF FLOODING AND SALINIZATION OF NATURAL-ANTHROPOGENIC LANDSCAPES OF THE VOLGA REGION STEPPE REGIONS

Ясинский С.В., Кашутина Е.А., Сидорова М.В. / Yasinskiy S.V., Kashutina E.A., Sidorova M.V. **1567**
ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ
HYDROECOLOGICAL CONSEQUENCES OF THE NATURE-LIKE TECHNOLOGIES USE IN AGRICULTURE

ЧАСТЬ 2 **1575**

Белоновская Е.А., Чендев Ю. Г., Царевская Н.Г., Титова С.В., Тишков А.А. / Belonovskaya E.A., Tsarevskaya N.G., Titova S.V., Tishkov A.A. **1575**
ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА СТАРООСТВОЕННОГО СТЕПНОГО РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)
APPROACHES AND METHODS OF FORMING THE ECOLOGICAL FRAMEWORK OF THE OLD-DEVELOPED STEPPE REGION (ON THE EXAMPLE OF THE BELGOROD REGION)

Богданов С.В. Дронов Н.С. / Bogdanov S.V., Dronov N.S. **1576**
ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ЛАНДШАФТЫ КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ В СТЕПНОМ ПРИУРАЛЬЕ
MINING AND TECHNICAL LANDSCAPES OF CULTURAL AND HISTORICAL SIGNIFICANCE IN THE STEPPE CIRURAL REGION

Гулянов Ю.А. / Gulyanov Yu.A. **1577**
РОЛЬ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ СБАЛАНСИРОВАННЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ В ПОСТЦЕЛИННЫХ РЕГИОНАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ РОССИИ
THE ROLE OF NATURE-LIKE TECHNOLOGIES IN THE FORMATION OF ECOLOGICALLY BALANCED AGRICULTURAL LANDSCAPES IN THE POST-VIRGIN REGIONS OF THE STEPPE ZONE OF RUSSIA

Кин Н.О., Леонов А.Г. / Kin N.O., Leonov A.G. **1578**
ВИДЫ РОДА *GAGEA* SALISB. (LILIACEAE) ВО ФЛОРЕ БУЗУЛУКСКОГО БОРА
SPECIES OF THE GENUS *GAGEA* SALISB. IN THE FLORA OF THE BUZULUK PINE FOREST

Косицкий А.Г, Богуцкая Е.М., Ильяшенко Е.Ф. / Kositskiy A.G., Bogutskaya E.M. Ilyashenko E.F. **1579**
ОЦЕНКА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ СТЕПНОЙ ЧАСТИ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА
ASSESSMENT OF RENEWABLE WATER RESOURCES OF THE STEPPE PART OF THE CRIMEAN PENINSULA

Кучеров С.Е., Вельмовский П.В. / Kucherov S.E., Velmovskiy P.V. **1580**
ХАРАКТЕРИСТИКА РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА *PINUS SYLVESTRIS* L. РЕГИОНАЛЬНОГО ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ «ПЕТРОВСКИЕ ОДИНОЧНЫЕ СОСНЫ»
CHARACTERISTICS OF THE RADIAL GROWTH OF THE *PINUS SYLVESTRIS* L. OF THE REGIONAL NATURAL MONUMENT OF THE ORENBURG REGION «PETROVSKY SINGLE PINES»

Левыкин С.В., Казачков Г.В., Левыкина Н.П. / Levykin S.V., Kazachkov G.V., Levykina N.P. **1581**
ОТ СТЕПНЫХ ПРЕДРАССУДКОВ К ЗАВЕРШЕННОЙ СИСТЕМЕ ПРИРОДНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СИМВОЛОВ РОССИИ
FROM STEPPE PREJUDICES TO A COMPLETE SYSTEM OF NATURAL PLANT SYMBOLS OF RUSSIA

Левыкин С.В., Казачков Г.В., Левыкина Н.П. / Levykin S.V., Kazachkov G.V., Levykina N.P. **1582**
РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О СТЕПНОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ НА ПРИМЕРЕ ГИПОТЕЗЫ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ТЕРМИНА *СТЕПЬ*
THE DEVELOPMENT OF STEPPE TERMINOLOGY IDEAS: ON THE EXAMPLE OF THE HYPOTESIS ABOUT THE TERM *STEPPE* ORIGIN

Силантьева М.М., Плуталова Т.Г., Соколова Л.В., Танкова Е.А., Овчарова Н.В. / Silantyeva M.M., Plutalova T.G., Sokolova L.V., Tankova E.A., Ovcharova N.V. **1583**
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РОССИЙСКО-КАЗАХСТАНСКОГО ПРИГРАНИЧЬЯ
ECOLOGICAL AND SOCIO-ECONOMIC ASPECTS OF THE SPATIAL DEVELOPMENT OF THE EASTERN PART OF THE RUSSIAN-KAZAKH BORDERLAND

Скок Н.В., Иванова Ю.Р., Юровских А.М. / Skok N.V., Ivanova Y.R., Yurovskikh A.M. **1584**
ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА ПЕТРОФИЛЬНО-СТЕПНЫХ ГРУППИРОВОК НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ
DYNAMICS OF CHANGES IN THE SPECIES COMPOSITION OF PETROPHILIC STEPPE GROUPS IN THE MIDDLE URALS

Тишков А.А. / Tishkov A.A. **1585**
НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СОХРАНЕНИЮ СТЕПЕЙ СТАРООСВОЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ
NEW APPROACHES TO THE CONSERVATION OF STEPPES IN THE OLD-DEVELOPED CHERNOZEM REGIONS OF RUSSIA

Тургумбаев А.А., Левыкин С.В., Казачков Г.В., Яковлев И.Г. / Turgumbayev A.A., Levykin S.V., Kazachkov G.V., Yakovlev I.G. **1586**
СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ СТЕПЕЙ В РАМКАХ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКО-КАЗАХСТАНСКОГО ТРАНСГРАНИЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА
STEPPE CONSERVATION AND RESTORATION WITHIN THE FRAMES OF RUSSIA AND KAZAKHSTAN TRANSBOUNDARY COLLABORATION DEVELOPMENT

Черных Д.В., Бирюков Р.Ю. / Chernykh D.V., Biryukov R.Yu. **1587**
ГИДРОМОРФНЫЕ И ПАЛЕОГИДРОМОРФНЫЕ ЛАНДШАФТЫ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЕВРАЗИИ
HYDROMORPHIC AND PALEOHYDROMORPHIC LANDSCAPES IN THE STEPPE ZONE OF EURASIA

Шпигельман М.И., Давыгора А.В. / Shpigelman M.I., Davygora A.V. **1588**
ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ КРУПНЫХ ПЕРНАТЫХ ХИЩНИКОВ С САЙГОЙ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ РОСТА ЕЕ ЧИСЛЕННОСТИ
TROPHIC CONNECTIONS OF LARGE FAIRED PREDATORS WITH SAIGA OF THE VOLGA-URAL POPULATION IN CONDITIONS OF ITS NUMBER GROWTH

УДК 913+574.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-36-40

ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ РЕЛИКТОВЫХ УЧАСТКОВ КУНГУРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

ORGANIZATION OF RESEARCH FOR THE CONSERVATION OF RELIC AREAS OF THE KUNGUR FOREST-STEPPE

Абдулманова И.Ф., Бузмаков С.А.
Abdulmanova I.F., Buzmakov S.A.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия
Perm State National Research University, Perm, Russia

E-mail: a.ir-flora@mail.ru

Аннотация. Кунгурская лесостепь представляет собой самый северный лесостепной комплекс Евразии. Её расположение в зональной полосе смешанных широколиственно-хвойных лесов связано с участками простирания интенсивно карстующихся нижнепермских пород. С явлениями карста на этой территории связаны не только её степные особенности.

Кунгурская лесостепь – уникальный природный район со слабо развитой сетью особо охраняемых природных территорий. С целью разработки проекта геоэкологического каркаса и развития сети ООПТ Кунгурской лесостепи необходимо решить ряд исследовательских проблем. К таким проблемам относятся: отсутствие определения феномена Кунгурской лесостепи; невыясненная история формирования её природной среды; отсутствие общепринятых границ лесостепного района; неоднозначность характера отклика природных систем на антропогенное воздействие; отсутствие исследований влияния современных климатических изменений. Для решения указанных проблем составлена программа исследований, включающая в себя инвентаризацию степных участков, остепненных сосновых и березовых лесов, карстовых биотопов; установление границ Кунгурской лесостепи; изучение сукцессионных рядов лесостепных сообществ; разработку методики установления фаз деградации и восстановления экосистем; разработку адаптированного к условиям Кунгурской лесостепи подхода при рекультивации нарушенных в процессе недропользования земель.

Ключевые слова: Кунгурская лесостепь, карст, геоэкология, особо охраняемые природные территории, антропогенная трансформация.

Abstract. The Kungur forest-steppe is the northernmost forest-steppe complex in Eurasia. Its location in the zonal strip of mixed broad-leaved and coniferous forests is associated with areas of intensively karsting rocks. Not only its steppe features are associated with karst phenomena in this territory.

The Kungur forest-steppe is a unique natural area with a poorly developed network of specially protected natural areas. In order to develop a draft geoecological framework and develop a network of protected areas of the Kungur forest-steppe, it is necessary to solve a number of research problems. Such problems include: lack of definition of the phenomenon of the Kungur forest-steppe; the unclear history of the formation of its natural environment; lack of generally accepted boundaries of the forest-steppe region; lack of understanding of the ambiguous nature of the response of natural systems to anthropogenic impact; lack of research into the impact of modern climate change. To solve these problems, a research program has been drawn up, including an inventory of steppe areas, steppe pine and birch forests, karst biotopes; establishing the boundaries of the Kungur forest-steppe; study of succession series of forest-steppe communities; development of a methodology for establishing the phases of degradation and restoration of ecosystems; development of an approach adapted to the conditions of the Kungur forest-steppe for the reclamation of lands disturbed in the process of subsoil use.

Key words: Kungur forest-steppe, karst, geoecology, specially protected natural areas, anthropogenic transformation.

Введение. Кунгурская лесостепь – природный район, распо ложенный в западных предгорьях Среднего Урала, известный как самый северный крупный лесостепной комплекс Евразии, практически достигающий 58° с.ш. Многие виды лесостепного флористического комплекса встречаются и значительно севернее по береговым обнажениям осадочных горных пород южной экспозиции, образуя уникальные реликтовые ценозы. Но для ковылей перистого (*Stipa pennata* L.) и красивейшего (*Stipa pulcherrima* C. Koch), образующих на юго-востоке

Пермского края варианты ковыльных степей, ряда других степных растений и некоторых представителей степной фауны беспозвоночных, Кунгурская лесостепь является северным пределом распространения [1].

Специфичные растительные сообщества Кунгурской лесостепи представлены каменистыми степями, луговыми степями и кустарниково-степными группировками, парковыми березовыми лесами, березовыми лесами с кустарниковым ярусом из вишни и степным разнотравьем, березовыми лесами с примесью широколиственных пород, березовыми и осиновыми лесами с лесо-луговым разнотравьем, «горными» сосняками [2]. Их распространение в зональной полосе смешанных широколиственно-хвойных лесов связано с участками простирания интенсивно карстующихся пород и преимущественно склонами западной и южной экспозиции. Сильное развитие карста на данной территории происходит в нижнепермских отложениях, образованных известняками, гипсами, ангидритами и доломитами.

На юго-востоке Пермского края выделено семь карстовых районов [3]. Четыре карстовых района относятся к восточной окраине Восточно-Европейской платформы и прилегающих частей Предуральского прогиба. Это Нижнесылвенский, Иренский, Кишертский районы, являющиеся по литологичексому типу сульфатными, карбонатно-сульфатными, а также карстовый район Уфимского плато, характеризующийся карбонатным типом карста. Три района относятся к Юрюзано-Сылвенской депрессии Предуральского прогиба: Осинцевский район с сульфатным, соляным типом карста, и Ачитский, Кордонский районы, карст которых по литологическому типу является сульфатным.

Нижнесылвенский является карстовым районом с наибольшими показателями плотности распределения объектов карста среди выделенных в Пермском крае [4]. Практически все известные местообитания ковыля перистого и адониса весеннего (*Adonis vernalis* L.) расположены в пределах Нижнесылвенского и Иренского карстовых районов [5]. Вероятно, это обусловлено тем, что только в этих районах юго-востока Пермского края карст по условиям залегания на части территории является голым, задернованным, что способствует сохранению ксерофитной степной растительности.

К выходам карстующихся пород приурочены места обитания узколокальных степных эндемиков: бобовых растений астрагала кунгурского (*Astragalus kungurensis* Boriss.) и остролодочника кунгурского (*Oxytropis kungurensis* Kniaz. subsp. *kungurensis*), а также паука алопекозы кунгурской (*Alopecosa kungurica* Esyunin). С явлениями карста в Кунгурской лесостепи связаны и другие особенности этой территории. За пределы Нижнесылвенского карстового района не выходит исключительно узкий ареал стигобионта крангоникса Хлебникова (*Crangonyx chlebnikovi* Borutzky). Болотные фитоценозы, формирующиеся в карстовых воронках в местах залегания гипсов и ангидритов кунгурского яруса пермской системы, отличаются от всей территории Пермского края и имеют общие черты с болотными формациями Зауралья. В составе флоры некоторых из таких болот отмечено присутствие северных реликтов. Высокую ценность представляют и сами объекты, образовавшиеся в результате карстовых процессов, такие как, Кунгурская ледяная, Ординская, Бабиногорская пещеры и др., расположенные в Нижнесылвенском и Иренском карстовых районах [1].

Лесостепи Евразии являются одними из наиболее сложных нетропических наземных экосистем, знания о которых до сих пор ограничены. Лесостепи представляют собой естественные или почти естественные мозаично распределенные растительные комплексы древесных и травянистых компонентов в умеренной зоне, где сосуществование лесов и лугов обеспечивается в первую очередь полузасушливым климатом, дополняемым сложными взаимодействиями биотических и абиотических компонентов [6]. Такая мозаичность увеличивает пространственную неоднородность, способствует поддержанию видового разнообразия, экосистемных услуг и экологической стабильности [7].

Кунгурская лесостепь является образцом прошлых и происходящих геологических, геоморфологических, биологических, экологических процессов, является ценным объектом с точки зрения сохранения биоразнообразия, обладает высокой эстетической ценностью. При этом обеспеченность Кунгурской лесостепи особо охраняемыми природными территориями (далее ООПТ) составляет только 0,8% от площади природного района [8], что значительно ниже показателей, рекомендуемых специалистами природоохраны на федеральном и международном уровне. В то же время уровень антропогенной трансформации ее сообществ характеризуется как высокий [9, 10]. В связи с этим природоохранные вопросы в этом районе обстоят остро.

Основная часть. Существуют серьезные пробелы в природоохранных знаниях, прослеживающиеся на континентальном, национальном, региональном и местном уровнях при определении целевых состояний экосистем в лесостепных районах и оптимальных стратегий управления ими [6]. Для организации эффективных природоохранных мероприятий необходимо решить ряд исследовательских проблем, касающихся природы феномена Кунгурской лесостепи.

Дискуссии по поводу того, какой характер имеет Кунгурская лесостепь – естественный или антропогенный – свидетельствуют о том, что на сегодняшний день нет четкого понимания природы этого феномена [11]. Анализ различных гипотез формирования природных комплексов Кунгурской лесостепи в антропогене показывает, насколько сложен этот процесс. Более того, до сих пор нет однозначных ответов на вопрос о том, как формировался биоценотический покров современной территории России и Урала в частности в условиях изменяющегося климата в четвертичное время: существовали ли так называемые «плейстоценовые степи» или уместнее говорить о широко распространенных в Евразии «мамонтовых степях» [12]. Существовали ли в периоды оледенений рефугиумы широколиственных лесов и черневой тайги на Урале [13]. Является ли современное деление скального ценокомплекса Урала на «северный» и «южный» вариант маркером древних границ между зоной типичных перигляциальных тундростепей в районах вечной мерзлоты и «остепненных тундростепей» на территориях вне ее развития, сформировавшимся в позднем плейстоцене, а не результатом формирования уральской флоры в голоцене [14]?

Исследование голоценовой истории природных комплексов Пермского края в целом и Кунгурской лесостепи в частности методами палеоэкологических реконструкций в настоящее время активно развивается [11]. Материалы этих исследований позволяют оценить характер влияния человеческой деятельности на растительные сообщества и характер взаимоотношений основных компонентов растительного покрова (сосновых и березовых лесов) Кунгурской лесостепи в голоцене.

Антропогенная трансформация природной среды в районе Кунгурской лесостепи характеризуется многосторонностью своих проявлений. Под воздействием человека изменилась структура растительного покрова, животного мира, характер процессов почвообразования, происходит сглаживание рельефа.

Установлено, что человеческая деятельность сдерживает развитие зональной хвойно-широколиственной растительности и способствует сохранению и распространению ряда степных видов организмов [15], тогда как для других видов степной биоты антропогенный фактор является лимитирующим. Таким образом, на экстразональные лесостепные комплексы антропогенное воздействие оказывает неоднозначное влияние, поскольку характеризуется и негативными, и протективными чертами своих последствий.

Проведенная оценка пространственной взаимосвязи природных компонентов и антропогенной составляющей [5], свидетельствует о решающей роли геологического и гидрологического факторов в характере освоенности и формировании современного биоценотического покрова Кунгурской лесостепи, что на наш взгляд в совокупности с полученными в недавнее время данными о голоценовой истории Кунгурской лесостепи [15] свидетельствует о взаимодополнении, а не взаимоисключении естественной и антропогенной концепций происхождения Кунгурской лесостепи. В связи с чем можно говорить о том, что Кунгурская лесостепь имеет реликтово-антропогенный характер.

На сегодняшний день нет общепринятых границ Кунгурской лесостепи. Наиболее часто для определения её пространственных характеристик используются границы ботанико-географического района, выделенные С.А. Овесновым [2], а в исследованиях особо охраняемых природных территорий – границы природного района, выделенные А.А. Зайцевым [16].

При использовании методик оценки состояния фитоценозов, опирающихся на степень их синантропизации, существует проблема субъективности, которая особенно затрудняет процесс оценки степени деградации степных и остепненных сообществ северных лесостепей [17]. С точки зрения развития природоохранных исследований важно определить характер отклика природных комплексов Кунгурской лесостепи на антропогенное воздействие, степень значимости антропогенного фактора в факте ее существования и охарактеризовать вторичные сукцессионные ряды.

Актуальным является и изучение влияния современных климатических изменений на природные комплексы. Проявления глобального изменения климата и отклик природных систем на него неоднородны в пространстве и во времени. Сценарии изменения климата должны быть

включены в стратегическое планирование развития систем особо охраняемых природных территорий регионов и страны в целом.

Все эти вопросы прочно взаимосвязаны. Следствием их нерешенности является несовершенство системы особо охраняемых природных территорий Кунгурской лесостепи.

Заключение. Таким образом, сохранение ландшафтного и биологического разнообразия Кунгурской лесостепи требует срочного создания репрезентативной сети ООПТ. Для этого необходимо инвентаризировать сведения о наличии степных участков (в продолжение более раннего исследования [18]), остепненных сосновых и березовых лесов, карстовых биотопов. Определить их наличие по данным дистанционного зондирования и прямым обследованием. Выявить уникальные и типичные биогеоценозы природного района, предложить создание новых ООПТ. Установить границы Кунгурской лесостепи по географическим, геоботаническим, карстовым и геофизическим данным. В различных частях природного района определить модельные участки для проведения сплошных обследований с помощью беспилотного летательного аппарата для установления географических закономерностей пространственной структуры лесостепных участков.

Антропогенная нагрузка в форме использования и восстановления недр, земель, лесов влечет за собой деградацию природной среды. Для определения ее уровня необходимо изучить сукцессионные ряды сообществ Кунгурской лесостепи и на этой базе разработать методику для объективного установления фаз деградации и восстановления экосистем.

Кроме того, необходима разработка адаптированного к условиям Кунгурской лесостепи подхода при рекультивации нарушенных в процессе недропользования земель. С этой целью запланировано проведение электронно-зондовой микроскопии почв различных ценозов, определение строения, структуры и вещественного состава частиц межзернового и порового пространства в почвах, грунтах, породах методом сканирующей электроннозондовой микроскопии.

На основании полученных материалов необходима разработка геоинформационной базы данных о ландшафтных и биологических особенностях участков природного района и разработка проекта геоэкологического каркаса Кунгурской лесостепи для адаптации сети ООПТ, биотических компонентов природных систем к климатическим изменениям в регионе.

Список литературы

1. Абдулманова И.Ф. Некоторые особенности биоразнообразия и антропогенное воздействие на природные системы Кунгурской лесостепи // Геология, география и глобальная энергия. 2022. № 4 (87). С. 108-121. DOI 10.54398/20776322_2022_4_108.

2. Овеснов С.А. Местная флора Пермского края и ее анализ. Пермь: Перм. гос. ун-т., 2009. 215 с.

3. Катаев В.Н., Максимович Н.Г., Мещерякова О.Ю. Типы карста Пермского края // Vestnik Immanuel Kant Baltic Federal University. 2013. № 1. С. 56-66.

4. Безматерных Е.О., Кадебская О.И. Организация геотуристического пространства путём создания геопарка «Сылвенский» // География и туризм. 2021. № 1. С. 50-56.

5. Абдулманова И.Ф. Пространственная взаимосвязь природных компонентов и антропогенного фактора в Кунгурской лесостепи // Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды: Материалы всеросс. науч. конф. молодых ученых, посвящ. памяти Н.Ф. Реймерса и Ф.Р. Штильмарка (Пермь, 20-21 апреля 2023 г.) / Под ред. С.А. Бузмакова. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский ун-т, 2023. С. 11-13.

6. Erdős L. et al. The edge of two worlds: A new review and synthesis on Eurasian forest-steppes // Applied Vegetation Science. 2018. Vol. 21. No. 3. P. 345-362.

7. Erdős L. et al. Beyond the Forest-Grassland Dichotomy: The Gradient-Like Organization of Habitats in Forest-Steppes // Frontiers in Plant Science. 2020. Vol. 11. DOI: 10.3389/fpls.2020.00236.

8. Санников П.Ю., Бузмаков С.А. Перспективы развития сети особо охраняемых природных территорий Пермского края. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский ун-т, 2015. 173 с.

9. Национальный атлас почв Российской Федерации. М.: Астрель: АСТ, 2011. 632 с.

10. Шуваев Н.С., Зайцев А.А., Бузмаков С.А. Анализ и оценка состояния особо охраняемых природных территорий Кунгурской лесостепи Пермского края // Геология, география и глобальная энергия. 2014. № 1 (52). С. 195-206.

11. Шумиловских Л.С., Санников П.Ю. История Кунгурской лесостепи в голоцене: проблематика, подходы и первые результаты // Научные ведомости. Серия Естественные науки. 2018. Т. 42. № 4. С. 487-496.

12. Калякин В.Н. О причинах и последствиях распада мамонтовых фаун // Успехи современной биологии. 2014. Т. 134. № 1. С. 81-96.

13. Князев М.С. Бобовые (Fabaceae Lindl.) Урала: видообразование, географическое распространение, историко-экологические свиты: специальность 03.02.01 «Ботаника»: Дисс. … д-ра биол. наук. Санкт-Петербург, 2014. 607 с.

14. Князев М.С. Скальная флора долин рек Урала // Ботанический журнал. 2018. Т. 103. № 6. С. 695-726. DOI 10.1134/S0006813618060029.

15. Shumilovskikh L. et al. Long‐term ecology and conservation of the Kungur forest‐steppe (pre‐Urals, Russia): case study Spasskaya Gora // Biodiversity and Conservation. 2021. Vol. 30. Iss. 13. P. 4061-4087. DOI 10.1007/s10531-021-02292-7.

16. Зайцев А.А. Современное состояние особо охраняемых природных территорий регионального значения в Пермском крае: специальность 25.00.23 «Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов»: дис. … канд. геогр. наук. Пермь, 2012. 176 с.

17. Абдулманова И.Ф. Некоторые вопросы оценки степени деградации растительности особо охраняемых природных территорий регионального значения в Пермском крае // Научные исследования на ООПТ Урала и Поволжья: Материалы Всерос. науч.-практ. конф., посв. 40-летию ФГБУ «Государственный заповедник «Басеги» (Пермь, 25-28 октября 2022 г.) / Гл. ред. С.А. Бузмаков. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский ун-т, 2022. С. 115-122.

18. Санников П.Ю., Гатина Е.Л., Назаров А.В. Сохранение Кунгурской лесостепи // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2014. № 2. С. 30-40.

УДК 581.524.2
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-41-45

ИНВАЗИОННЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

INVASIVE PLANT SPECIES IN ORENBURG REGION

Абрамова Л.М., Голованов Я.М.
Abramova L.M., Golovanov Ya.M.

Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия
South Ural Botanical Garden-Institute, Ufa Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

E-mail: abramova.lm@mail.ru

Аннотация. По результатам многолетних исследований составлен «чёрный список» флоры Оренбургской области, включающий 63 вида инвазионных растений. Согласно рекомендациям по ведению региональных Чёрных книг, виды «чёрного списка» разделены на четыре группы по инвазионному статусу: 10 видов-трансформеров (1 статус), 12 натурализующихся в естественных ценозах видов (2 статус), 23 вида распространены в антропогенных местообитаниях (3 статус), 18 потенциально инвазионных видов (4 статус). К группе наиболее агрессивных инвазионных видов относятся: *Acer negundo, Ambrosia trifida, Bidens frondosa, Echinocystis lobata, Elaeagnus angustifolia, Elodea canadensis, Hordeum jubatum, Iva xanthiifolia, Rhaponticum repens, Xanthium orientale*. Расселение инвазионных видов растений во многом обусловлено сельскохозяйственной деятельностью и декоративным садоводством. Они часто образуют устойчивые моно- или полидоминантные сообщества, препятствующие естественной смене нарушенных сообществ. Пыльца таких видов как: *Ambrosia trifida, Acer negundo, Iva xanthiifolia* и др. вызывает аллергические реакции у населения региона в местах их массового произрастания. Полученные сведения могут быть использованы для принятия мер по контролю численности опасных инвазионных видов для снижения экологического и экономического ущерба от их инвазий.

Ключевые слова: инвазии, чужеродные виды растений, «черный список», Оренбургская область.

Abstract. Based on the results of long-term studies, a "black list" of the flora of the Orenburg region was compiled, including 63 species of invasive plants. According to the recommendations for writing regional Black Books, the Black List species are divided into four groups according to their invasive status: 10 transformer species (1 status), 12 species naturalizing in natural cenoses (2 status), 23 species distributed in anthropogenic habitats (3 status), 18 potentially invasive species (4 status). The group of the most aggressive invasive species includes: *Acer negundo, Ambrosia trifida, Bidens frondosa, Echinocystis lobata, Elaeagnus angustifolia, Elodea canadensis, Hordeum jubatum, Iva xanthiifolia, Rhaponticum repens, Xanthium orientale*. The dispersal of invasive plant species is largely due to agricultural activities and ornamental horticulture. They often form stable mono- or polydominant communities, preventing natural succession of disturbed communities. Pollen from species such as: Ambrosia trifida, Acer negundo, Iva xanthiifolia, etc. cause allergic reactions in the population of the region in places of their mass growth. Translated with DeepL.com (free version). The data obtained can be used to take measures to management of dangerous invasive species to reduce ecological and economic damage from their invasions.

Key words: invasions, invasive plant species, "black list", Orenburg region.

Введение. Инвазии чужеродных видов, как ведущий фактор антропогенной эволюции экосистем и угроза для их биоразнообразия, изучаются нами на Южном Урале с конца XX века [1-3]. Актуальность исследований связана с быстрым развитием инвазионных процессов в современный период и их негативным воздействием на биоразнообразие, экологическую и социально-экономическую обстановку в мире в целом, в Российской Федерации и на Южном Урале, в частности.

В последние годы нами активно изучается распространение инвазионных видов в Оренбургской области, где проведены специальные экспедиционные исследования для выявления очагов распространения опасных инвазионных видов растений. По результатам проведенной работы нами опубликована серия статей по новым находкам чужеродных видов растений [4-10] и составлен предварительный «черный список» [11-12]. Настоящая статья также представляет итог исследований инвазий чужеродных растений в Оренбургском регионе.

Материалы и методы. Работа проводилась в 2017-2023 гг. традиционным для флористических исследований маршрутным методом. Маршрут экспедиционных выездов

охватил Предуралье, горную часть и Зауралье Оренбуржья. Были исследованы основные местообитания (пустыри, свалки мусора, обочины дорог, пастбища, берега водоемов и т.д.) в пределах населенных пунктов области. Находки инвазионных видов фиксировались в полевых дневниках, виды требующие определения, были гербаризированы. Латинские названия растений приведены в соответствии с «World Flora Online» (http://www.worldfloraonline.org/), с указанием синонимов. Всего было зафиксировано свыше 400 новых локалитетов инвазионных видов растений.

Результаты исследований и их обсуждение. В соответствии с рекомендациями по ведению региональных «Чёрных книг» [13-14], выявленные инвазионные растения были разделены на четыре группы разного инвазионного статуса 1-4). Они приведены в *таблице 1*.

Таблица 1

Инвазионные виды Оренбургской области

Статус	Виды	Всего
1 – Виды-трансформеры, ключевые виды, эдификаторы – активно внедряются в природные и полуестественные сообщества, доминируют в них и изменяют их облик, нарушают сукцессионные связи, образуют значительные по площади моновидовые заросли.	*Acer negundo, Ambrosia trifida, Bidens frondosa, Echinocystis lobata, Elaeagnus angustifolia, Elodea canadensis, Hordeum jubatum, Iva xanthiifolia, Rhaponticum repens, Xanthium orientale*	10
2 – Чужеродные виды, активно расселяющиеся и натурализующиеся в нарушенных полуестественных и естественных местообитаниях.	*Carduus acanthoides, C. nutans, Echinochloa crus-galli, Epilobium ciliatum, Grindelia squarrosa, Lepidium draba, Phragmites altissimus, Reseda lutea, Sambucus racemosa, Sisymbrium volgense, Ulmus pumila, Urtica cannabina*	12
3 – Чужеродные виды, расселяющиеся и натурализующиеся в нарушенных местообитаниях, в ходе дальнейшей натурализации некоторые из них могут внедриться в полуестественные и естественные сообщества.	*Amaranthus albus, A. blitoides, A. retroflexus, Anisantha tectorum, Artemisia sieversiana, Ballota nigra, Bromus japonicus, B. squarrosus, Centaurea diffusa, Conyza canadensis, Cuscuta campestris, Eragrostis minor, Helianthus lenticularis, Kochia scoparia, Lactuca serriola, Lepidium densiflorum, Matricaria discoidea, Medicago sativa, Onopordum acanthium, Portulaca oleracea, Setaria pumila, S. viridis, Sysimbrium loeselii*	23
4 – Потенциально инвазионные виды, способные к возобновлению в местах внедрения в условиях вторичного ареала и проявившие себя в смежных регионах как инвазионные виды.	*Ambrosia psylostachya, Bryonia alba, Cerasus vulgaris, C. tomentosa, Collomia linearis, Fraxinus pennsylvanica, Galega orientalis, Galinsoga parviflora, Helianthus tuberosus, Juncus tenuis, Oenothera biennis, Rosa rugosa, Rudbeckia lacinata, Senecio viscosus, Symphyotrichum salignum, Solidago canadensis, Sysimbrium altissimum, Thladiantha dubia*	18
Итого:		63

Наиболее опасными инвазионными видами в Оренбургской области являются виды 1 инвазионного статуса. Среди них 2 древесных вида: *Acer negundo* (клен ясенелистный) и *Elaeagnus angustifolia* (лох узколистный) широко распространены в городских и сельских поселениях и в поймах рек. Они «ушли» из лесопосадок и представляют опасность для биоразнообразия пойменных экосистем, поскольку замещают местные породы деревьев и

меняют структуру пойменных сообществ, образуя вторичные леса, нередко с доминированием этих видов.

Bidens frondosa (череда облиственная), *Echinocystis lobata* (эхиноцистис лопастной) и *Elodea canadensis* (элодея канадская) – также встречаются в пойменных местообитаниях, хотя обнаруживаются и в населенных пунктах Оренбургского региона. Череда олиственная произрастает по берегам водоемов, на галечниках, по нарушенным влажным опушкам пойменных лесов. Эхиноцистис лопастной активно расселяется в поймах рек лесостепной и степной зон, в местах с влажной и богатой почвой, особенно часто в Предуралье. Элодея канадская натурализовалась в водных экосистемах всего Южноуральского региона, предпочитает стоячие или слабо текущие водотоки, образует монодоминантные сообщества. Ареал вида постепенно расширяется, и он начинает вытеснять местные виды череды, которые обгоняет по темпам роста и семенной продуктивности. Все три вида нередко формируют обширные заросли в поймах и руслах рек, угнетая местные виды растений.

Ambrosia trifida (амброзия трехраздельная) – карантинный однолетник родом из Северной Америки, является злостным сорным растением и обладает пыльцой с сильной аллергенной активностью. Оренбургская область – одни из самых зараженных этим видом амброзии регионов РФ. На северо-западе и юге Предуралья области ее можно встретить почти в каждом сельском населенном пункте, в южных засушливых районах она обнаруживается преимущественно в поймах рек, на поля заходит крайне редко.

Hordeum jubatum (ячмень гривастый) – малолетний злак, засоряющий луга и пастбища степной и лесостепной зон Оренбуржья, улицы населенных пунктов и обочины путей сообщения. Вид наиболее часто встречается в Зауралье, где он образует большие заросли в нарушенных степях и по берегам водоемов, в том числе на засоленных почвах.

Iva xanthiifolia (*Cyclachaena xanthiifolia*) (циклахена дурнишниколистная) – один из самых агрессивных чужеродных видов на Южном Урале в целом. Вид широко представлен в Оренбургской области, преимущественно в степной зоне, нередко обнаруживается в поймах рек, засоряет поля, бахчи и является вредоносным сорным растением. Образует монодоминантные заросли, засухоустойчив, продуцирует много семян и пыльцу, с аллергенной активностью.

Rhaponticum repens (*Acroptilon repens*) (горчак ползучий) – трудноискоренимый карантинный сорняк, вредоносный корнеотпрысковый вид, засоряет поля, пастбища, населенные пункты степной зоны Оренбуржья. Ядовит, засухо- и солеустойчив, отличается мощной корневой системой. Доминирует в сообществах, расселяется по путям сообщения, натурализуется в степных сообществах.

Xanthium orientale (*Cyclachaena albinum*) (дурнишник восточный, д. беловатый) – также североамериканский однолетник, поселяется по берегам водоемов, на песчаных отмелях, в увлажненных низинах, встречается также в населенных пунктах по обочинам дорог, нередко образует монодоминантные ценозы. В южных и юго-западных районах Оренбургской области на песчаных почвах нередок в посевах, особенно подсолнечника.

Из видов 2 инвазионного статуса, которые натурализуются в природных экосистемах, отметим 2 вида из рода *Carduus – C. acanthoides* (чертополох колючий) и *C. nutans* (ч. поникающий) – средиземноморские ксерофитные двулетники, произрастающие на мусорных местах в населенных пунктах, по обочинам дорог, на залежах, выгонах, пустырях. Натурализуются в нарушенных степных сообществах, не поедаются скотом, засоряют сенокосы и пастбища, снижая качество кормов. *Lepidium draba* (*Cardaria draba*) (клоповник крупковидный) – корнеотпрысковый многолетник, растет по обочинам дорог, на залежах, выгонах, свалках, пустырях, в населенных пунктах и т.п., расселяется по автомобильным и железным дорогам. Натурализуется в нарушенных степных фитоценозах. *Phragmites altissimus* (тростник высочайший) – длиннокорневищное многолетник, в Оренбургской области изредка встречается в населенных пунктах по берегам рек и сырым канавам. *Sisymbrium volgense* (гулявник волжский) – трудноискоренимое многолетнее корнеотпрысковое растение, распространен по обочинам железных и автомобильных дорог, на пустырях в населенных пунктах Оренбургской области в основном в южных районах. *Ulmus pumila* (вяз низкий) – восточноазиатский древесный вид, выращивается в лесополосах и населенных пунктах в засушливых районах, образует самосев, посредством которого дичает. По всей области обычен, растет по нарушенным местообитаниям в городах и поселках степной зоны: у домов, по пустырям, дворам, можно встретить и в степях вдоль дорог, на откосах транспортных путей.

Из видов 3 инвазионного статуса наиболее вредоносны в Оренбургской области однолетники, засоряющие посевы – три вида рода *Amaranthus: Amaranthus albus* (щирица белая), *A. blitoides* (щ. жминдовидная), *A. retroflexus* (щ. запрокинутая), все североамериканского происхождения, а 2 вида рода *Setaria – S. pumila* (щетинник низкий) и *S. viridis* (щ. зеленый) – два однолетних сорных злака, засоряют поля, огороды, залежи, нередко встречаются в населенных пунктах и вдоль дорог. *Conyza canadensis, Erigeron canadensis* (мелколепестник канадский) – в Оренбургской области встречается повсеместно на разнообразных нарушенных местообитаниях – в посевах, на огородах, пустырях, залежах, по обочинам дорог, берегам рек, в населенных пунктах. Тяготеет к южным районам области, где является характерным видом залежей. Обычен на железнодорожных насыпях, где формирует монодоминантные сообщества. *Cuscuta campestris* (повилика полевая) – карантинный сорняк, паразитирует на разнотравье, культурных и сорных растениях, расселяется вдоль путей сообщения, встречается вдоль дорог, в населенных пунктах, на пустырях. В Оренбуржье почти повсеместно, особенно в южных районах, в том числе в пропашных культурах (посевах подсолнечника). *Helianthus lenticularis* (подсолнечник сорно-полевой) – еще одно однолетнее карантинное растение, засоряет поля, встречается по обочинам дорог, мусорным местам, на пустырях, в балках. В Оренбургской области довольно обычен, особенно в южных, центральных и восточных районах, преимущественно в посевах подсолнечника, а также по обочинам дорог.

Большинство потенциально инвазионных видов (4 статус) – недавно занесены на территорию Оренбургской области, или имеют ограниченное распространение вследствие не оптимальных для них условий местообитаний. Многие из них дичают из культуры: *Bryonia alba* (переступень белый), *Helianthus tuberosus* (подсолнечник клубненосный, топинамбур), *Rosa rugosa* (шиповник морщинистый), *Solidago canadensis* (золотарник канадский), *Thladiantha dubia* (тладианта сомнительная) и др. Пока они представлены ограниченным числом локалитетов, но в будущем их ареал может расшириться, впоследствие им может быть придан более высокий инвазионный статус.

Заключение. Таким образом, во флоре Оренбургской области достоверно установлено наличие 63 чужеродных видов растений с выраженным инвазионным потенциалом. Из них 10 видов-трансформеров (статус 1), 12 видов активно натурализуются в естественных и полуестественных фитоценозах с расширением занятой площади (статус 2), 23 вида встречаются в нарушенных синантропных фитоценозах (статус 3), 18 потенциально-инвазионных вида растений (статус 4).

Расселение на территории Оренбургской области инвазионных видов растений во многом обусловлено сельскохозяйственной деятельностью и декоративным садоводством. Большинство выявленных инвазионных и потенциально инвазионных видов являются сорными растениями в посевах, населённых пунктах, с конкурентными преимуществами над аборигенными видами, образуют устойчивые моно- или полидоминантные сообщества, препятствующие естественной смене нарушенных сообществ. Пыльца *Ambrosia trifida, Acer negundo, Iva xanthiifolia* и др. во время массового цветения нередко вызывает аллергические реакции у населения региона. Одним из векторов инвазии являются пути сообщения, также своеобразными «проводниками» инвазионных видов растений в степной зоне являются противопожарные полосы вокруг лесных массивов, дорог и населенных пунктов. Полученные нами сведения о распространении инвазионных растений могут быть использованы для принятия мер по контролю численности опасных инвазионных видов для снижения экологического и экономического ущерба от их инвазий.

Финансирование работы. Работа выполнена по теме «Биоразнообразие природных систем и растительные ресурсы России: оценка состояния и мониторинг динамики, проблемы сохранения, воспроизводства, увеличения и рационального использования» в рамках государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН № 075-03-2022-001 от 14.01.2022 г.

Список литературы

1. Абрамова Л.М., Миркин Б.М. Антропогенная эволюция в Республике Башкортостан: масштабы процесса и подходы к управлению // Вестник АН РБ. Уфа, 2000. Т. 5. № 3. С. 18-25.

2. Абрамова Л.М. Чужеродные виды растений на Южном Урале // Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции: Материалы I междунар. науч. конф. Санкт-Петербург, 2011. С. 5-10.

3. Абрамова Л.М. Экспансия чужеродных видов растений на Южном Урале (Республика Башкортостан): анализ причин и экологических угроз // Экология. 2012. № 5. С. 1-7.

4. Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Материалы к списку инвазионных растений флоры Оренбургской области. Сообщение 1. // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. 2019. № 1. С. 1-10. DOI:10.32516/2303-9922.2019.29.1.

5. Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Материалы к «черным спискам» Оренбургской и Челябинской областей. Сообщение 2. // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2020. № 4(36). С. 117-123. DOI: 10.32516/2303-9922.2020.36.4.

6. Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Находки инвазионных видов растений на юго-востоке Оренбургской области. Сообщение 3 // Вестник Оренбургского педагогического университета. Электронный научный журнал. 2022. № 1(41). С. 1-10. DOI: 10.32516/2303-9922.2022.41.1.

7. Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Находки инвазионных видов растений на северо-западе Оренбургской области и юге Республики Татарстан // Бюллетень ГНБС. 2022. № 142. С. 37-51. DOI: 10.36305/0513-1634-2022-142-37-51.

8. Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Находки инвазионных видов растений на юго-западе Оренбургской области. Сообщение 4. // Вестник Оренбургского педагогического университета. 2023. № 1(42). С. DOI: 10.32516/2303-9922.2023.42.1.

9. Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Находки адвентивных видов растений на Южном Урале (Республика Башкортостан и Оренбургская область) // Растительный мир Азиатской России. Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. 2023б. Т. 16. № 1. С. 66-71. DOI: 10.15372/RMAR20230106.

10. Голованов Я.М., Абрамова Л.М., Ямалов С.М. О находке тростника высочайшего (*Phragmites altissimus* (Benth.) Mabille) на Южном Урале (Оренбургская область) // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2019. Т. 13. № 1. С. 114-118. DOI: 10.24411/2072-8816-2019-10044.

11. Абрамова Л.М., Голованов Я.М., Хазиахметов Р.М. Инвазивные растения Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1(63). С. 184-186.

12. Абрамова Л.М., Голованов Я.М. Материалы к «Черной книге флоры Оренбургской области» // Российский журнал биологических инвазий. 2023. Т. 16. № 4. С. 2-15.

13. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Чёрная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.

14. Нотов А.А., Виноградова Ю.К., Майоров С.Р. О проблеме разработки и ведения региональных Чёрных книг // Российский журнал биологических инвазий. 2010. № 4. С. 54-86.

УДК 575.224.23
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-46-50

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И МУТАГЕННОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЕННЫХ ОБРАЗЦОВ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ АРМЕНИИ

STUDY OF GEOCHEMICAL FEATURES AND MUTAGENIC ACTIVITY OF SOIL SAMPLES FROM NATURAL AND TECHNOGENIC LANDSCAPES OF ARMENIA

Авалян Р.Э., Атоянц А.Л., Сукиасян А.Р., Агаджанян Э.А., Арутюнян Р.М.
Avalyan R.E., Atoyants A.L., Sukiasyan A. R., Aghajanyan E.A., Aroutiounian R.M.

Ереванский государственный университет, НИИ «Биология», Ереван, Армения
RI "Biology", Yerevan State University, Yerevan, Armenia

E-mail: re_avalyan@mail.ru

Аннотация. Для обеспечения эффективной рекультивации почв необходимо создание комплексной системы оценки, учитывающей их современное состояние и факторы, влияющие на биогеохимические процессы. В связи с этим актуальным становится фоновый мониторинг для выявления степени загрязнения антропогенно трансформированных природных территорий с применением высокочувствительных растительных тест-объектов в системе почва-растение. Проведено биотестирование уровня генотоксичности почвенных образцов пахотных земель (агроландшафтов) природных и техногенных территорий Армении с применением модельного тест-объекта традесканции (клон 02). По данным биотеста волосков тычиночных нитей традесканции (Трад-ВТН) показано достоверное повышение уровня мутационных событий (МС) в изученных почвенных образцах по сравнению с условно фоновым вариантом. Максимальное проявление рецессивных мутаций (розовых клеток) и бесцветных клеток наблюдалось в образце промышленной зоны (Раздан-3), где значения изученных параметров превысили уровень фона в 27,8 и 3,4 раза соответственно ($p<0,001$). По показателю невыживших волосков наибольшее значение наблюдалось в почвенном варианте Мартуни-2 и превысило уровень контроля в 3,7 раз. Проведен коррелляционный анализ зависимости уровня генетических эффектов от концентрации химических элементов (Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn) в изученных почвенных образцах.

Ключевые слова: биотестирование, традесканция (клон 02), генотоксичность, загрязнение почв, агроландшафты.

Abstract. To facilitate efficient soil remediation, it is necessary to create a combined assessment system for it, taking into account the current soil conditions and the factors influencing biogeochemical processes. In this regard, background monitoring becomes relevant for identify the degree of pollution of anthropogenically transformed natural areas using highly sensitive plant test objects in the soil-plant system. The biotesting of the level of genotoxicity of soil samples from technogenic areas of Armenia was carried out using test system of the model test object Tradescantia (clone 02). The Tradescantia stamen hair mutations (Trad-SHM) bioassay is of the efficient and reliable biomonotory test system for mutagenicity of air, water and soil pollutants. Here we report a significant increase in the level of The Tradescantia clone 02 stamen hair mutations (Trad-SHM) somatic mutations in all investigated soil probes compared to phone control level (background). The maximum manifestation of these genetic effects – PC (pink cells) and colorless cells (CC) in stamen hairs was observed in Hrazdan-3 soil samples with 27.8 and 3,4 times respectively ($p<0,001$). In terms of stunted stamen hairs (SSH), the highest value was observed in the soil variant Martuni-2 and exceeded the control level by 3,7 times. A correlation between the somatic mutation events and concentration of chemical elements Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, and Zn was revealed.

Key words: biotesting, *Tradescantia* (clone 02), genotoxicity, soil pollution, agrolandscapes.

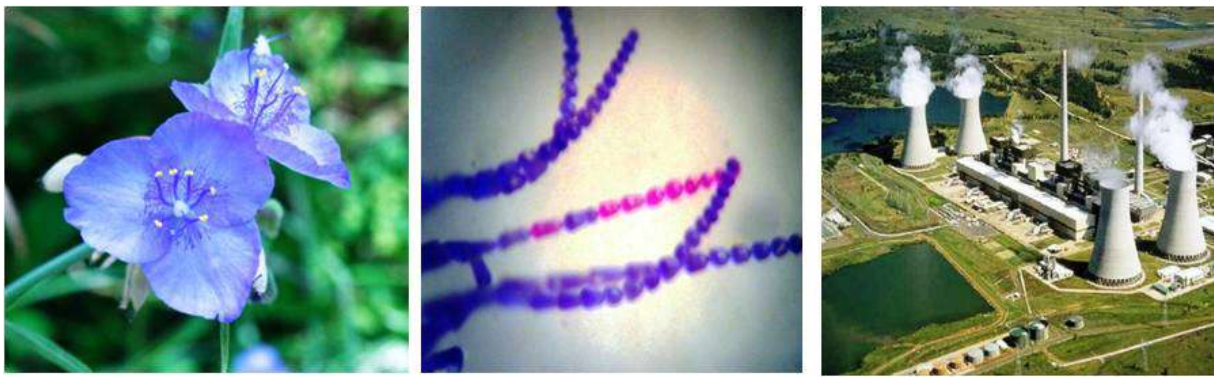
Введение. В настоящее время интенсивное промышленное и сельскохозяйственное использование природных ресурсов привело к существенным изменениям биогеохимических циклов ксенобиотиков антропогенного происхождения, к которым относятся металлы и металлоиды. Как правило, любые техногенные явления и процессы, происходящие в пределах непосредственного воздействия промышленных производств, быстро отражаются на состоянии экосистемы в целом, особенно её почвенного покрова [1]. Как важнейшая составляющая экосистемы, почва аккумулирует химические загрязняющие вещества, в том числе и тяжелые металлы (ТМ) /металлоиды, которые опасны тем, что имеют способность к

биоаккумулированию, то есть накоплению в тканях живых организмов, и при избыточных концентрациях проявляют свои токсические свойства. Как известно, регионально-экологические проблемы сельскохозяйственных ценозов (агроландшафтов), расположенных вблизи объектов промышленной инфраструктуры, в значительной степени связаны с накоплением токсичных компонентов (особенно ТМ) в почвенном покрове [2, 3]. Именно почвы сельскохозяйственных угодий являются источником загрязнения продукции для живых организмов. В связи с этим при эколого-геохимических исследованиях для регионального почвенного мониторинга природных экосистем при многокомпонентном загрязнении почв различного рода поллютантами, в том числе и тяжелыми металлами, целесообразным является применение экспресс-методов биотестирования степени загрязнения на основе чувствительных тест-систем [4, 5].

За последнее время в Республике Армения наблюдается воздействие техногенных факторов на природные ландшафты, и вследствие этого активизируются различные процессы деградации почв, что приводит к появлению антропогенно-трансформированных экосистем. Исследования по оценке экологической ситуации на территории природных и антропогенно-нарушенных ландшафтов, особенно вблизи объектов промышленной инфраструктуры, проводятся в республике недостаточно активно.

В связи с этим, целью нашего исследования являлось применение биотеста волосков тычиночных нитей модельного тест-объекта клона 02 традесканции (тест Трад-ВТН) для тестирования уровня генотоксичности почвенных образцов пахотных земель (агроландшафтов) Армении в системе почва-растение.

Материалы и методы. Материалом исследования служили почвенные образцы природных территорий вблизи индустриальной зоны г. Раздан (промышленной зоны), где, в основном, преобладают ландшафты умеренно-влажных степей и типы почвы – горные черноземы, а также – почвенные образцы близлежащих природных территорий бассейна оз. Севан (вблизи г. Гавар и г. Мартуни), где преобладают сухие степи и горно-каштановые почвы *(рисунок 1)*. Почвенные образцы были маркированы соответственно их территориальному расположению: Раздан-1 – Раздан-5 – образцы с территории техногенной зоны в районе индустриального города Раздан; Гавар-1 – Гавар-3; Мартуни-1, Мартуни-2 – образцы с территории пахотных земель бассейна оз. Севан.



а б с

Рисунок 1. Общий вид растения традесканции (а), рецессивные точковые мутации (б) и промышленная зона Раздан (с).

Отбор почвенных проб проводился в соответствии с методикой агрохимического исследования почв сельскохозяйственных угодий. Образцы почвы отбирали в условиях сухой погоды с глубины до 20 см методом конвертов на расстоянии 100-200 м друг от друга. В каждой исследуемой почвенной группе отбиралось не менее пяти проб для формирования объединенной почвенной пробы, что позволило дать более объективную оценку накопления поллютантов. Проводился химический анализ изучаемых почвенных образцов на содержание некоторых тяжелых металлов и металлоидов (Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn). Анализ почвенных проб выполняли с использованием «Портативного РФА-анализатора TermoScientific™ Niton™» X - лучевой флуоресцентный анализатор.

В качестве объекта исследований использовали растения *Традесканции* (клон 02), которая является уникальной тест-системой в качестве экспресс-метода генетического мониторинга *in-situ* для выявления мутагенных эффектов загрязнения воды, почвы и воздуха.

Для определения уровня генотоксичности исследуемых почвенных образцов использовали тест-систему волосков тычиночных нитей традескнции (биотест Трад-ВТН), где в качестве маркерных тест-критериев учитывались изменения окраски клеток волосков тычиночных нитей с голубых на розовые (рецессивные мутационные события (розовые клетки) – РМС), а также – появление генетически неопределенных бесцветных клеток (БМС). При тестировании также также фиксировались морфологические изменения волосков – карликовые (невыжившие – НВ) и разветвленные волоски (РВ). В каждом варианте было проанализировано 10-14 тыс. ВТН, в зависимости от почвенного образца. Расчеты частоты мутационных событий проводили в среднем на 1000 волосков по общепринятой методике [6].

При проведении вегетационного эксперимента растения традесканции выращивали в сосудах с исследуемыми почвами в условиях теплицы, где поддерживался одинаковый режим для вегетации. В качестве условно фонового образца использовали образец теплицы ЕГУ, которая расположена в 30-40 км от основных регионов исследования. Полив растений проводился водопроводной водой.

Все результаты были статистически обработаны с использованием *t*-критерия Стьюдента и корреляционного критерия Пирсона с помощью компьютерной программы Statgraphics Centurion 16.2 (StatPoint Technologies, Inc. USA; Warrenton, VA).

Результаты и обсуждение. Качественный анализ почв по степени загрязнения имеет решающее значение для решения проблемы экологического состояния региона. Почвенный покров в наших исследованиях представлен преимущественно каштановыми почвами и черноземами. Для этих почв характерна потеря верхнего плодородного слоя при техногенном загрязнении [7]. Анализ результатов определения валового содержания исследуемых химических элементов в почвенных образцах показал, что их содержание отличалось неоднородностью и не превышало общепринятых для почвы ПДК. Особую опасность представляет загрязнение почвенного покрова вблизи промышленной зоны вокруг города Раздан, который является одним из важнейших промышленных и энергетических центров Республики Армения. Здесь расположены Разданская тепловая электростанция (РТЭС) и Разданский цементный завод (РЦЗ). В данном регионе основное внимание уделяется особенностям направления ветра. При производстве цемента загрязняющие вещества, которые распространяются в атмосфере и постепенно оседают в почве, содержат различные ТМ и токсичные компоненты. Следует отметить, что в почвенных вариантах с территории промышленного загрязнения наблюдалось повышенное содержание химических элементов – Mn, Fe и Ti. Процессы миграции ТМ в антропогенно-загрязненных районах могут быть обусловлены преобладанием в этом регионе юго-западного направления розы ветров. С учетом господствующих направлений ветра наблюдается значительное увеличение антропогенных почвенных нагрузок Fe, Ni, Co – в опытной группе Гавар и повышенное содержание хрома в группе Мартуни. Полученные результаты по учету соматических мутаций у традесканции на основании данных биотеста Трад-ВТН показали достоверное повышение частоты как РМС, так и БМС во всех изученных вариантах по сравнению с условно фоновым образцом *(таблица 1)*.

Уровень РМС в зависимости от почвенного образца превышал фоновый в 1,6-28 раз с максимальным значением в образце Раздан-3 (12,8±1,1, при $p<0,001$). Высокая частота точковых мутаций наблюдалась также в образцах Гавар-3 (1,6±0,37) и Раздан-4 (1,5±0,34), где уровень мутаций превышал фоновый в 3-3,5 раза ($p<0,001$) соответственно. Минимальное значение соматических мутаций было отмечено в почвенных вариантах Раздан-5 и Мартуни-2, где их уровень превышал фоновый в 1,5 раза ($p<0,05$).

Что касается частоты БМС, то превышение фона по данным мутационным событиям было особенно отмечено в образцах индустриальной группы (Раздан), с максимальным значением данного показателя в вариантах Раздан-2 и Раздан-3, где наблюдалось превышение фона в 3-3,4 раза соответственно. В почвенной группе Гавар (Гавар-1 и Гавар-2) наблюдалось минимальное значение частоты БМС по сравнению с фоновым уровнем.

Помимо соматических мутаций (РМС и БМС) при биотестировании фиксировалось также появление карликовых (невыживших – НВ) волосков. Появление данного типа морфологических нарушений в ВТН традесканции рассматривается как дополнительный тест на выживаемость клеток в ВТН традесканции. Уровень данного показателя превысил фоновый в 2-3,7 раз в зависимости от почвенного образца, с наибольшим значением в варианте Мартуни-2 (7,1± 0,7, при $p<0,001$), что может свидетельствать о наличии в данном образце токсичных компонентов, обладающих повышенной генотоксической активностью, приводящей к

снижению выживаемости клеток ВТН традесканции. Минимальный уровень наблюдался в варианте Гавар-2 и Раздан-5, где он находился на уровне контроля.

Таблица

Индукция генотоксических эффектов в почвенных образцахпахотных земель природных территорий Армении у клона 02 традесканции

Почвенные образцы	Соматические мутации		Морфологические изменения
	Рецессивные мутации РМС / 1000	Бесцветные мутации БМС/1000	Невыжившие волоски НВ/1000
Раздан 1	1,3±0,35***	18,3±1,28**	3,9±0,59*
Раздан 2	1,0±0,26***	24,9±1,28***	3,9±0,51*
Раздан 3	12,8±1,1***	27,9±2,5***	4,2±0,6**
Раздан 4	1,5±0,34	19,7±1,2**	4,1±0,57**
Раздан 5	0,68±0,26	9,5±0,96**	1,9±0,43
Гавар 1	0,91±0,27***	4,1±0,58	2,7±0,46*
Гавар 2	1,1±0,33**	7,1±0,84	1,9±0,42
Гавар 3	1,6±0,37	14,4±1,1**	3,9±0,57*
Мартуни 1	1,1±0,31	7,6±0,81	2,5±0,47*
Мартуни 2	0,77±0,23***	9,4±0,81*	7,1±0,7***
Фон	0,46±0,23	8,2±0,97	1,9±0,47

* – $p<0,05$, ** – $p<0,01$, *** – $p<0,001$

Проведенный корреляционный анализ между концентрацией химических элементов и генетическими маркерами теста Трад-ВТН выявил среднюю положительную корреляцию между уровнем РМС и концентрацией Mn ($r=0,62$, $p<0,05$). Как известно, основными антропогенными источниками поступления марганца в почву являются выбросы машиностроительных и ремонтных предприятий, а также транспорта, и поэтому вероятной причиной повышенного содержания Mn в почвах на территориях данных сельскохозяйственных угодий может быть близкое расположение автодорог.

Отсутствие сопряженности мутационных событий и содержанием химических компонентов в почвенных образцах, по-видимому, может свидетельствовать о полиметаллическом куммулятивном эффекте компонентов и их суммарном действии на повышение уровня генотоксичности в клетках традесканции. Кроме того, в почвенных образцах, близлежащих к индустриальной зоне территории Раздан, могли находится токсичные компоненты техногенных выбросов индустриальной инфраструктуры (что, к сожалению, не было учтено при химическом анализе). Также для увеличения подвижности ТМ имеет большое значение тип почвы (особенно в случае горного чернозема района Раздан). Все эти факты требуют дополнительных эколого-геохимических исследований для уточнения экологической обстановки в регионе.

Заключение. На основании изучения системы почва-растение во всех исследуемых вариантах выявлен генотоксический эффект как при учете соматических мутаций (РМС и БМС), так и морфологических нарушений типа НВ в ВТН традесканции. По результатам исследования наибольший уровень всех мутационных событий (РМС и БМС), а также высокий уровень морфологических нарушений типа НВ наблюдался в почвенном варианте Раздан-3, близлежащем к индустриальной зоне, по сравнению с фоновым уровнем. Минимальным уровнем изученных показателей отличался вариант почвенной пробы Раздан-5 (особенно по частоте РМС и НВ), наиболее удаленный от промышленной зоны.

Имеющиеся в настоящее время сведения о характере действия металлов не позволяют в полной мере дать оценку их опасности из-за их возможного комбинированного действия (аддитивный токсический эффект) на растения традесканции. Для более корректной оценки полученных результатов необходимо провести детальные комплексные исследования по выявлению генотоксических эффектов и их взаимосвязи с процессами аккумуляции-трансформации химических элементов в системе почва-растение. На основании проведенного

биотестирования показана целесообразность применения биотеста Трад-ВТН модельного тест-объекта традесканции (клон 02) для дальнейших исследований при геоэкологическом мониторинге состояния почв техногенно нарушенных природных территорий.

Работа выполнена при поддержке Комитета по науке МОНКС РА в рамках научно-исследовательского проекта № 21T-2H216.

Список литературы

1. Ильин В.Б. Тяжелые металлы и неметаллы в системе почва-растение. Новосибирск, 2012. 220 с.

2. Sagatelyan A.K. Features of distribution of heavy metals on the territory of Armenia. Yerevan: Publish. house of Center for Ecological and Oosphere Studies of NAS RA, 2004. 154 p.

3. Sukiasyan A., Kroyan S., Skugoreva S., Kirakosyan A., Ghazaryan H. Consequences of the impact of some industrial plants on the content of heavy metals in soils // Theoretical and Applied Ecology. 2021. No 4. P. 90-97. DOI: 10.25750/1995-4301-2021-4-090-097.

4. Paul A. White, Larry D. Claxton. Mutagens in contaminated soil: a review. // Mutation Research. 2004. V. 567(2-3). P. 227-345. DOI: 10.1016/j.mrrev.2004.09.003

5. Grant W. F. The present status of higher plant bioassay for the detection of environmental mutagens // Mutation Research. 1994. V. 310. P. 175-185.

6. Ma T.H., Cabrera G.L., Cebulska-Wasilevska A. et al. Tradescantia stamen hair mutation bioassay // Mutation Research. 1994. V. 310. P. 211-220. DOI: 0027-5107/94// S07.00.

7. Kroyan S. State of the main soil types in the Republic of Armenia under the conditions of climate change // Soil Science and Agrochemistry. 2019. No 1. P. 5-18.

УДК 581.553(470.325)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-51-58

ДОПОЛНЕНИЯ К СИНТАКСОНОМИИ КОСИМЫХ ЦЕЛИННЫХ СТЕПЕЙ НА ПЛАКОРАХ СТРЕЛЕЦКОГО УЧАСТКА ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО ЗАПОВЕДНИКА

ADDITIONS TO THE SYNTAXONOMY OF MOWED VIRGIN STEPPES ON THE FLAT INTERFLUVES OF THE STRELETSKY SITE OF THE CENTRAL CHERNOZEM RESERVE

Аверинова Е.А.
Averinova E.A.

Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник имени проф. В.В. Алехина, Заповедный, Россия
Central Chernozem State Nature Biosphere Reserve named after prof. V.V. Alyokhin, Zapovedny, Russia

E-mail: elena_averi@mail.ru

Аннотация. В статье проведён анализ 129 геоботанических описаний косимых целинных степей на плакорах Стрелецкого участка Центрально-Черноземного заповедника, выполненных в 1928-2015 гг. Разработана полная синтаксономия этих сообществ в пространственно-временном аспекте. Все фитоценозы отнесены к ассоциации ***Stipo tirsae–Bromopsietum ripariae*** Averinova 2010 nom. cons. propos. (класс ***Festuco–Brometea***). Изменения растительности во времени отражены на уровне субассоциаций и вариантов. Для ***Stipo tirsae–Bromopsietum ripariae*** subass. ***typicum*** установлено 2 новых варианта (***inops*** и ***Solidago virgaurea***). Впервые разделена на варианты ***S. t.–B. r.*** subass. ***arrhenatheretosum elatioris*** Averinova 2024 prov. В её составе описано 3 варианта: ***typica***, ***Euphorbia subtilis*** и ***inops***. Показано, что установленные синтаксоны являются звеньями сукцессионного ряда, представляющего постепенную мезофитизацию степной растительности. Четыре синтаксона в настоящее время, по-видимому, могут считаться исчезнувшими, а 3 соответствуют современному состоянию Стрелецкой степи. Проанализирована связь синтаксонов с режимами охраны. Выявлено, что медленнее всего процесс мезофитизации идёт при режиме ежегодного кошения, а быстрее всего – при пятилетнем сенокосообороте.

Ключевые слова: синтаксономия, геоботаническое описание, Центрально-Черноземный заповедник, класс ***Festuco–Brometea***, режимы охраны степей.

Abstract. The article analyzes 129 relevés of the mowed virgin steppes on the flat interfluves of the Streletsky site of the Central Chernozem Reserve, made from 1928 to 2015. A complete syntaxonomy of these communities in the space-time aspect has been developed. All phytocenoses are attributed to the association ***Stipo tirsae–Bromopsietum ripariae*** Averinova 2010 nom. cons. propos. (class ***Festuco–Brometea***). Vegetation changes over time are reflected at the level of subassociations and variants. For the ***Stipo tirsae–Bromopsietum ripariae*** subass. ***typicum*** two new variants have been established (***inops*** and ***Solidago virgaurea***). For the first time, the ***S. t.–B. r.*** subass. ***arrhenatheretosum elatioris*** Averinova 2024 prov. is divided into variants. It contains three variants: ***typica***, ***Euphorbia subtilis*** and ***inops***. It is shown that the established syntaxa are stages in a succession series representing the gradual mesophytization of steppe vegetation. Apparently, four syntaxa can now be considered disappeared, and three syntaxa correspond to the current state of the Streletskaya steppe. The relationship of syntaxa with the protection regimes is analyzed. It is revealed that the mesophytization process is slowest in the annual mowing regime, and fastest in the five-year hay rotation.

Key words: syntaxonomy, relevé, Central Chernozem Reserve, class ***Festuco–Brometea***, steppe protection regimes.

Введение. История синтаксономических исследований степной растительности Центрально-Черноземного заповедника (далее ЦЧЗ) насчитывает уже три десятилетия. Первые результаты изложены в работе J.M. Royer [1], где на основе типового описания из Стрелецкой степи выделена ассоциация ***Agrostio vinealis–Avenuletum schellianae*** Royer 1991. Позднее нами были продолжены исследования степных фитоценозов ЦЧЗ [2, 3]. Итогом явилось установление ассоциации ***Stipo tirsae–Bromopsietum ripariae*** Averinova 2010 nom. cons. propos. (syn. ***Agrostio vinealis–Avenuletum schellianae*** Royer 1991), объединяющей целинные степи косимых плакоров Стрелецкого участка. Выделение данного синтаксона осуществлено на основе наших собственных описаний, в то время как в ЦЧЗ различными исследователями накоплен обширный геоботанический материал по таким фитоценозам (первые опубликованные описания датируются 1928 г.). В связи с этим возникла идея изучить весь массив геоботанических данных

и разработать синтаксономию не только в пространственном, но и во временно́м аспекте, с демонстрацией динамики растительности. В 2023 г. такие исследования были начаты [4], но основной целью публикации являлась не собственно синтаксономия, а анализ динамики распространения краснокнижных видов в фитоценозах Стрелецкой степи. Поэтому согласно ряду критериев из обработки была исключена группа нетипичных описаний. При подготовке же настоящей статьи выбраковка исходных данных не применялась. Таким образом, предпринята попытка охвата классификацией всего континуума целинных луговых степей с максимально возможным преобразованием его в систему дискретных единиц.

Материалы и методы. В работе анализируются целинные степи на плакорах Стрелецкого участка ЦЧЗ с различными вариантами сенокосного режима. В основу исследования положены 136 полных геоботанических описаний, выполненных на пробной площади 100 м^2 в 1928-2015 гг. В эту совокупность вошли все опубликованные на настоящий момент описания данного типа фитоценозов [2, 3, 5-9], а также два собственных неопубликованных описания. Из них не использовались для классификации 6 повторных описаний двух стационарных пробных площадей, выполненных с интервалом в 1 год (2011, 2013 и 2014 гг., взяты только описания за 2012 г.). Кроме того, исключено 1 описание с явными признаками опушечного, а не степного фитоценоза. Таким образом, для разработки синтаксономии использовались 129 описаний. Выбраковка нетипичных описаний не производилась.

В описаниях из наиболее ранних источников [5-7] значения количественного участия видов были переведены из шкалы О. Друде в комбинированную шкалу Ж. Браун-Бланке [10]. Все описания занесены в электронную базу данных с использованием программы TURBOVEG [11]. Классификация проведена по методу Ж. Браун-Бланке [12] с помощью программы JUICE [13]. Постоянство видов в сообществах оценивалось по следующей шкале: I – вид присутствует в 20% описаний и менее; II – в 21-40%; III – в 41-60%; IV – в 61-80%; V – в 81-100% *(таблица 1)*. Количество видов растений в описаниях, на основании которого рассчитывались данные по флористической насыщенности для *таблицы 1*, немного отличалось от такового в исходных публикациях. Это связано, во-первых, с указанием авторами в ряде случаев ошибочных цифр, а во-вторых, с более широким пониманием в нашей работе объёма некоторых видов. Названия установленных синтаксонов даны согласно Международному кодексу фитосоциологической номенклатуры [14]. Названия видов сосудистых растений приведены по сводке С.К. Черепанова [15].

Результаты исследований и их обсуждение

Продромус установленных синтаксонов

Класс ***Festuco–Brometea*** Br.-Bl. et Tx. ex Soó 1947
Порядок ***Festucetalia valesiacae*** Soó 1947
Союз ***Festucion valesiacae*** Klika 1931 nom. cons. propos.
Подсоюз ***Achilleo setaceae–Poenion angustifoliae*** Tkachenko et al. 1987
Ассоциация ***Stipo tirsae–Bromopsietum ripariae*** Averinova 2010 nom. cons. propos.
Субассоциация ***S. t.–B. r. typicum***
Варианты ***Anemone sylvestris***, ***inops***, ***Potentilla alba***, ***Solidago virgaurea***
Субассоциация ***S. t.–B. r. arrhenatheretosum elatioris*** Averinova 2024 prov.
Варианты ***typica***, ***Euphorbia subtilis***, ***inops***

Характеристика установленных синтаксонов

Ассоциация ***Stipo tirsae–Bromopsietum ripariae*** Averinova 2010 nom. cons. propos. *(таблица 1)*. Диагностические виды: *Agrostis vinealis, Astragalus danicus, Briza media, Bromopsis riparia* (dom.)*, Campanula persicifolia, Carex michelii, Delphinium cuneatum*, Echium russicum*, Myosotis popovii, Rhinanthus aestivalis, Stipa tirsa*, Veratrum nigrum.* В состав диагностического блока ассоциации входят 3 вида, занесённых в Красную книгу Курской области [16] (здесь и далее отмечены звёздочкой).

Ассоциация была впервые описана Е.А. Авериновой [3]. Она объединяет все включённые в синтаксономический анализ описания, датированные 1928-2015 годами. Это подтверждает, что ассоциации, выделенные на основе эколого-флористического метода Браун-Бланке, гораздо устойчивее во времени по сравнению с аналогичными единицами эколого-фитоценотической (доминантной) классификации. Подробная характеристика сообществ даётся в публикациях,

послуживших источником исходного материала для классификации (см. выше), а также в нашей работе [4]. Как показывает характеризующая таблица [4], в фитоценозах ассоциации проявляется отчётливая тенденция к сокращению числа доминантов с течением времени. Если в 1928-1934 гг. сообществам была свойственна ярко выраженная полидоминантность, то на современном этапе на первый план выходят два доминанта – *Bromopsis riparia* и *Arrhenatherum elatius*. С этой тенденцией сопряжена другая – падение флористической насыщенности, что будет подробно описано ниже и показано в *таблице 1*. Так как по сравнению с предыдущей публикацией по данной теме [4] количество описаний возросло в связи с включением всех нетипичных фитоценозов, то и данные по флористической насыщенности несколько изменятся. Диапазон варьирования общего проективного покрытия фитоценозов и его средние значения представлены в *таблице 1*. Ассоциация провизорно подразделена на 2 субассоциации.

Субассоциация ***S. t.–B. r. typicum*** *(таблица 1, столбцы 4-7).* Диагностические виды: *Amoria repens, Berteroa incana, Carduus hamulosus, Euphorbia subtilis, Galium boreale, Helichrysum arenarium, Helictotrichon schellianum, Inula hirta, Jurinea arachnoidea, Nonea pulla, Pulsatilla patens*, Sedum acre, Tephroseris integrifolia, Tragopogon orientalis, Trinia multicaulis, Trommsdorfia maculata, Valeriana rossica*, Verbascum phoeniceum*.* В составе диагностического блока много степных видов, из которых 3 краснокнижных. Отнесённые к данной субассоциации описания датируются 1928-1963 гг. Она объединяла все целинные сообщества плакоров Стрелецкой степи при сенокосно-пастбищном режиме (описания 1928-1934 гг.) и режиме ежегодного кошения (описания 1962-1963 гг.). На данный момент субассоциация, по всей видимости, является исчезнувшей. За 40 лет (1963-2003 гг.) она полностью сменилась синтаксоном ***S. t.–B. r.*** subass. ***arrhenatheretosum elatioris***. На основании флористических отличий субассоциация подразделена на 4 варианта.

Вариант ***Potentilla alba*** *(таблица 1, столбец 7)* был установлен ранее [4] на основе 23 геоботанических описаний. Диагностические виды: *Ajuga genevensis, Androsace septentrionalis, Carduus nutans, Erigeron acris, Geranium sanguineum, Hieracium pilosella, Luzula pallidula, Melampyrum cristatum, Potentilla alba, Prunella vulgaris, Rumex acetosella.* Вариант объединяет сообщества с сенокосно-пастбищным режимом, описанные в 1928-1934 гг. [5, 6]. Это «исходное» состояние целинной плакорной степи Стрелецкого участка, в котором она пребывала ещё до организации Центрально-Черноземного заповедника. Сообщества варианта обладают очень высокой флористической насыщенностью (от 94 до 120 видов на 100 м^2, в среднем 109 видов). Именно для этих фитоценозов характерна наиболее ярко выраженная полидоминантность [4].

Сообщества следующих 3 вариантов описаны уже после организации ЦЧЗ и представляют собой степи в режиме ежегодного кошения.

Вариант ***Solidago virgaurea*** *(таблица 1, столбец 6).* Диагностические виды: *Aster amellus, Campanula glomerata, Dianthus andrzejowskianus, Euphorbia virgata, Euphrasia rostkoviana, Genista tinctoria, Hylotelephium maximum, Silene nutans, Solidago virgaurea, Thesium arvense.* Помимо собственных диагностических видов, фитоценозы данного синтаксона содержат диагностические блоки двух других вариантов (***Anemone sylvestris*** и ***Potentilla alba***) и даже некоторые виды субассоциации ***S. t.–B. r. arrhenatheretosum elatioris***. Флористическая насыщенность самая высокая из всех сообществ Стрелецкой степи – от 133 до 141 вида на 100 м^2 (в среднем 137 видов). Таким образом, вариант существенно отличается от других синтаксонов и по идее заслуживает более высокого ранга. Однако этот вопрос требует размышлений. К варианту отнесены 4 описания, выполненные Д. Рэдулеску-Иван в 1962-1963 гг. [7]. Никем из исследователей Стрелецкой степи больше никогда не регистрировались такие высокие показатели флористической насыщенности. Это даёт основания считать сведения Д. Рэдулеску-Иван из указанных 4-х описаний результатом технической ошибки и не использовать их для анализа растительности [17]. Однако мы не можем быть абсолютно уверенными, что техническая ошибка действительно имела место, поэтому приняли предварительное решение включить данные Д. Рэдулеску-Иван в обработку. Возможно, в прошлом в локальных опушечных экотопах такая высокая флористическая насыщенность могла проявиться вследствие экотонного эффекта.

Вариант ***inops*** *(таблица 1, столбец 5)* отличается обеднённым видовым составом и не имеет собственных диагностических видов. В составе его сообществ существенно ослаблены диагностические блоки ассоциации и субассоциации. Флористическая насыщенность низкая – от 67 до 78 видов на 100 м^2 (в среднем 73). К данному синтаксону отнесены 2 маловидовых

описания, ранее исключённые из классификации, а также 3 описания, входившие в состав варианта ***Anemone sylvestris*** [4]. Фитоценозы описаны в 1962-1963 гг. [7].

Вариант ***Anemone sylvestris*** *(таблица 1, столбец 4)* был установлен ранее [4]. Диагностические виды: *Anemone sylvestris*, Erysimum hieracifolium, Hieracium cymosum, Potentilla patula.* Фитоценозы варианта описаны в 1962-1963 гг. [7] и представляли собой на тот момент наиболее типичное состояние целинных плакорных степей Стрелецкого участка. Число доминантов явно снижается по сравнению с 1928-1934 гг., на лидирующие позиции выходит *Bromopsis riparia* [4]. Флористическая насыщенность составляет 77-120 видов на 100 м^2 (в среднем 99). Как видно, среднее значение этого показателя снизилось на 10 видов по сравнению с «исходным» состоянием целинной плакорной степи – вариантом ***Potentilla alba***. Очевидно, что сенокосно-пастбищный режим лучше способствует сохранению степной растительности, чем режим ежегодного кошения. Вариант ***Anemone sylvestris*** на данный момент объединяет 41 геоботаническое описание. Три описания, входившие в его состав в предыдущей публикации [4], перенесены в вариант ***inops***. Вместо них включены 2 ранее не использовавшихся описания.

Субассоциация ***S. t.–B. r. arrhenatheretosum elatioris*** Averinova 2024 prov. *(таблица 1, столбцы 1-3)* объединяет все современные сообщества целинных плакорных степей Стрелецкого участка при разных вариантах сенокосооборотного режима и ежегодном кошении. Отнесённые к ней описания датируются 2003-2015 гг. Диагностические виды: *Arrhenatherum elatius* (dom.)*, Calamagrostis epigeios, Campanula patula, C. rotundifolia, Centaurea jacea, Dactylis glomerata, Draba sibirica, Hypericum perforatum, Melampyrum argyrocomum, Odontites vulgaris.* В отличие от ***S. t.–B. r.*** subass. ***typicum*** диагностический блок представлен в основном луговыми и лугово-опушечными видами, а также растениями с широкой экологической амплитудой. Особенно примечательна экспансия райграса высокого, полностью отсутствующего в сообществах ***S. t.–B. r.*** subass. ***typicum***. По результатам исследований Н.И. Золотухина и И.Б.Золотухиной [18], до 1930 г. данных о наличии райграса в плакорной Стрелецкой степи нет. В период 1930-1969 гг. он указывается как редкий вид, а с 1970 г. становится часто встречающимся. Как показывает наша характеризующая таблица [4], к настоящему времени райграс стал одним из доминантов в рассматриваемых сообществах, уступая по фитоценотической роли только *Bromopsis riparia.* Ещё одним видом, существенно повысившим показатели количественного участия в травостое, является *Elytrigia intermedia*. Вместе с тем снизилось обилие целого ряда типичных лугово-степных видов, выступавших в роли содоминантов в фитоценозах ***S. t.–B. r.*** subass. ***typicum*** (*Festuca valesiaca, Filipendula vulgaris, Poa angustifolia, Salvia pratensis, Galium verum, Carex humilis*). Субассоциация включает 3 варианта, деление на которые производится впервые.

Вариант ***Euphorbia subtilis*** *(таблица 1, столбец 3).* Диагностические виды: *Euphorbia subtilis, Inula hirta, Jurinea arachnoidea, Nonea pulla, Pulsatilla patens, Tragopogon orientalis, Valeriana rossica.* Как показывает таблица, эти виды входят и в диагностический блок ***S. t.–B. r.*** subass. ***typicum***. При этом позиции диагностических видов ***S. t.–B. r.*** subass. ***arrhenatheretosum elatioris*** в сообществах варианта существенно ослаблены. Таким образом, вариант представляет собой переходную ступень между двумя субассоциациями. Из всех фитоценозов ***S. t.–B. r.*** subass. ***arrhenatheretosum elatioris*** его сообщества в наименьшей степени подверглись мезофитизации и, следовательно, лучше сохранили признаки «исходной» степи. Это подтверждают и показатели флористической насыщенности, варьирующиеся от 83 до 112 видов на 100 м^2 при среднем значении 95. Одной из причин, способствующих менее интенсивной мезофитизации, является режим охраны. Из 8 описаний варианта 4 (т.е. 50%) выполнены на территории выделов с ежегодным кошением, 3 описания (37,5%) – с режимом десятилетнего сенокосооборота (не косится 1 раз в 10 лет) и выпаса по отаве, и лишь 1 (12,5%) – с режимом пятилетнего сенокосооборота (не косится 1 раз в 5 лет).

Вариант ***typica*** *(таблица 1, столбец 2)* лишён собственных диагностических видов. В настоящее время именно его сообщества наиболее широко распространены на косимых плакорах Стрелецкой степи. Диагностические виды ***S. t.–B. r.*** subass. ***arrhenatheretosum elatioris*** представлены в них наиболее полно. При этом ещё сохраняются с I-II классом постоянства 14 из 18 диагностических видов ***S. t.–B. r.*** subass. ***typicum***. Флористическая насыщенность снижена по сравнению с вариантом ***Euphorbia subtilis*** и составляет в среднем 90 видов на 100 м^2 при колебаниях от 74 до 110 видов. Синтаксон объединяет 43 описания, из которых 35 (81%) выполнены на выделах с десятилетним сенокосооборотом и выпасом по отаве, 6 (14%) – с пятилетним сенокосооборотом, и только 2 описания (5%) – с режимом ежегодного кошения.

Вариант ***inops*** *(таблица 1, столбец 1)* представляет фитоценозы с обеднённым видовым составом. Диагностические блоки ассоциации и субассоциации сильно ослаблены. Флористическая насыщенность самая низкая из всех описанных синтаксонов: от 57 до 71 вида на 100 м^2 при среднем значении 68. Из 5 описаний варианта 4 (80%) выполнены на территории выделов с пятилетним сенокосооборотом и 1 (20%) – с десятилетним сенокосооборотом и выпасом по отаве.

Заключение. На основе 129 геоботанических описаний разработана синтаксономия целинной растительности косимых плакоров Стрелецкой степи в пространственно-временном аспекте. Установленные синтаксоны представляют собой звенья сукцессионного ряда, который при сохранении условий приведёт в будущем к смене степных фитоценозов лугово-опушечными. Этот ряд выглядит следующим образом: ***Stipo tirsae–Bromopsietum ripariae*** subass. ***typicum*** var. ***Potentilla alba → S. t.–B. r.*** subass. ***typicum*** var. ***Anemone sylvestris → S. t.–B. r.*** subass. ***arrhenatheretosum elatioris*** var. ***Euphorbia subtilis → S. t.–B. r.*** subass. ***arrhenatheretosum elatioris*** var. ***typica → S. t.–B. r.*** subass. ***arrhenatheretosum elatioris*** var. ***inops***. Первые 2 звена остались в прошлом, а последующие 3 представлены в современной Стрелецкой степи. Два исчезнувших варианта (***S. t.–B. r.*** subass. ***typicum*** var. ***Solidago virgaurea*** и ***S. t.–B. r.*** subass. ***typicum*** var. ***inops***) не встраиваются в эту генеральную линию. Первый, если не является результатом ошибки автора описаний, был приурочен к каким-то уникальным экотопам, и его сукцессионные связи с другими фитоценозами проследить трудно. Второй представляет собой боковое ответвление от ***S. t.–B. r.*** subass. ***typicum*** var. ***Anemone sylvestris***. Наиболее вероятным представляется его преобразование напрямую в ***S. t.–B. r.*** subass. ***arrhenatheretosum elatioris*** var. ***inops***. Однако подтверждений этому пока нет, поскольку описания данных синтаксонов сделаны в разных кварталах.

Приведённый сукцессионный ряд отражает постепенную мезофитизацию степных сообществ, проявляющуюся в выпадении из травостоя степных видов, нарастании активности лугово-опушечных растений, снижении флористической насыщенности фитоценозов, сокращении числа содоминантов. Причины этих процессов связаны как с климатическими, так и с биотическими факторами. Важную роль играет режим охраны. Из рассмотренных современных режимов наиболее предпочтительным для сохранения степи является, по-видимому, ежегодное кошение. Сообществ именно с таким режимом больше всего в составе самого «степного» из современных синтаксонов – ***S. t.–B. r.*** subass. ***arrhenatheretosum elatioris*** var. ***Euphorbia subtilis***. И, напротив, наименее предпочтительным является пятилетний сенокосооборот. Почти все фитоценозы обеднённого варианта ***S. t.–B. r.*** subass. ***arrhenatheretosum elatioris*** var. ***inops*** имеют этот режим охраны. Промежуточное положение занимает десятилетний сенокосооборот с выпасом по отаве

Таблица 1

Сокращённая синоптическая таблица синтаксонов косимых целинных степей на плакорах Стрелецкого участка ЦЧЗ

Ассоциация	***Stipo tirsae–Bromopsietum ripariae***						
Субассоциация	***S. t.–B. r. arrhenatheretosum elatioris***			***S. t.–B. r. typicum***			
Вариант	***inops***	***typica***	***E s***[1]	***A s***[2]	***inops***	***S v***[3]	***P a***[4]
Табличный № синтаксона	1	2	3	4	5	6	7
Количество описаний	5	43	8	41	5	4	23
Годы выполнения описаний	2011-2012	2003-2015	2003-2014	1962-1963	1962-1963	1962-1963	1928-1934
Диапазон ОПП[5], %	90-100	60-100	60-93	60-90	65-90	80-85	?
Среднее ОПП, %	98	87	80	72	79	84	?
Минимальное число видов в описании	57	74	83	77	67	133	94
Максимальное число видов в описании	71	110	112	120	78	141	120
Среднее число видов в описании	68	90	95	99	73	137	109
Д. в.[6] ассоциации ***Stipo tirsae–Bromopsietum ripariae***							
Bromopsis riparia	V	V	V	V	V	V	V
Carex michelii	IV	V	V	V	V	V	II
Delphinium cuneatum	III	IV	V	IV	V	V	IV
Briza media	II	V	V	III	II	V	IV

Stipa tirsa	II	IV	V	V	III	V	III
Veratrum nigrum	I	III	V	V	II	V	V
Astragalus danicus	II	III	IV	IV	I	V	II
Campanula persicifolia	I	V	V	IV	II	V	III
Rhinanthus aestivalis	I	V	IV	III	I	V	V
Myosotis popovii	.	IV	I	V	V	V	V
Agrostis vinealis	.	IV	IV	IV	I	V	V
Echium russicum	.	II	IV	V	IV	V	V
Д. в. субассоциации ***S. t.–B. r. arrhenatheretosum elatioris***							
Arrhenatherum elatius	III	V	V	.	.	.	.
Dactylis glomerata	V	V	V	I	I	IV	II
Hypericum perforatum	V	V	IV	II	I	V	.
Draba sibirica	V	V	III	II	.	III	.
Melampyrum argyrocomum	V	IV	III	.	I	.	I
Centaurea jacea	IV	IV	IV	I	.	II	I
Campanula rotundifolia	V	III	III	I	.	.	.
Calamagrostis epigeios	II	III	II	I	.	.	I
Campanula patula	.	IV	IV	I	I	.	I
Odontites vulgaris	.	IV	II	II	.	IV	.
Galium mollugo	.	III	I	I	.	.	I
Д. в. субассоциации ***S. t.–B. r. typicum*** и варианта ***Euphorbia subtilis***							
Euphorbia subtilis	.	I	IV	IV	IV	V	V
Tragopogon orientalis	II	II	IV	V	IV	V	V
Nonea pulla	.	II	IV	V	II	V	V
Pulsatilla patens	II	II	IV	V	I	V	V
Inula hirta	.	I	IV	IV	II	V	III
Valeriana rossica	.	I	III	V	IV	V	V
Jurinea arachnoidea	.	I	III	V	III	V	V
Sedum acre	.	.	.	IV	II	IV	V
Berteroa incana	.	.	.	IV	I	IV	V
Trommsdorfia maculata	.	II	II	V	IV	V	V
Amoria repens	.	II	II	V	II	V	V
Galium boreale	.	I	II	IV	II	V	III
Trinia multicaulis	.	I	II	III	I	V	IV
Helictotrichon schellianum	.	I	I	V	III	V	V
Tephroseris integrifolia	I	I	I	III	II	III	V
Carduus hamulosus	.	I	I	IV	.	V	IV
Helichrysum arenarium	.	.	.	IV	.	V	IV
Verbascum phoeniceum	.	.	.	II	.	IV	III
Д. в. варианта ***Anemone sylvestris***							
Hieracium cymosum	.	.	.	V	III	V	I
Anemone sylvestris	I	I	I	V	II	V	I
Erysimum hieracifolium	.	I	.	V	I	V	II
Potentilla patula	I	I	.	III	I	V	.
Д. в. варианта ***Solidago virgaurea***							
Solidago virgaurea	.	I	.	I	.	V	.
Thesium arvense	.	I	III	I	I	V	.
Euphorbia virgata	.	I	I	II	.	V	II
Silene nutans	III	II	II	I	I	V	II
Dianthus andrzejowskianus	.	.	.	I	.	IV	II
Campanula glomerata	.	I	II	I	.	III	I
Genista tinctoria	.	I	I	I	.	III	I
Hylotelephium maximum	.	.	.	I	.	III	.
Euphrasia rostkoviana	.	.	.	I	.	III	.
Aster amellus	.	.	.	.	.	III	.
Д. в. варианта ***Potentilla alba***							
Potentilla alba	.	II	II	III	II	V	V
Erigeron acris	.	I	III	II	.	V	V
Ajuga genevensis	.	I	I	II	I	V	V
Hieracium pilosella	.	II	II	II	.	V	V

Androsace septentrionalis	.	II	II	II	I	IV	V
Melampyrum cristatum	I	I	IV	II	.	V	IV
Geranium sanguineum	.	II	II	II	II	V	IV
Rumex acetosella	I	II	I	II	I	V	IV
Prunella vulgaris	.	II	III	I	.	V	IV
Carduus nutans	.	.	.	I	.	.	III
Luzula pallidula	.	I	.	I	.	.	III
Д. в. класса ***Festuco–Brometea***							
Festuca valesiaca	V	V	V	V	V	V	V
Amoria montana	V	V	V	V	V	V	V
Filipendula vulgaris	V	V	V	V	V	V	V
Poa angustifolia	V	V	V	V	V	V	V
Salvia pratensis	V	V	V	V	V	V	V
Galium verum	V	V	V	V	V	V	V
Stachys recta	V	V	V	V	IV	V	V
Onobrychis arenaria	V	V	V	V	IV	V	V
Stipa pennata	V	V	IV	V	V	V	V
Fragaria viridis	V	V	V	V	V	V	V
Carex humilis	IV	V	V	V	V	V	V
Phleum phleoides	V	V	IV	V	IV	V	V
Thalictrum minus	V	V	V	V	V	V	V
Adonis vernalis	V	V	V	V	IV	V	V
Thymus marschallianus	IV	V	V	V	V	V	V
Centaurea scabiosa	V	V	V	V	II	V	IV
Asperula cynanchica	V	V	V	V	III	III	IV
Phlomoides tuberosa	V	V	V	V	V	V	IV
Elytrigia intermedia	V	IV	IV	V	V	V	IV
Potentilla humifusa	IV	III	V	V	V	V	V
Koeleria cristata	III	IV	V	V	II	V	V
Medicago falcata	III	III	V	V	IV	IV	V
Polygala comosa	.	IV	IV	IV	II	V	V
Veronica prostrata	.	III	IV	V	III	V	V
Campanula sibirica	.	II	IV	IV	.	V	V
Scabiosa ochroleuca	I	IV	IV	V	II	V	IV
Д. в. класса ***Molinio–Arrhenatheretea***							
Leucanthemum vulgare	I	V	V	V	IV	V	V
Veronica chamaedrys	I	V	V	V	II	V	V
Stellaria graminea	IV	V	V	V	III	V	V
Plantago lanceolata	II	V	V	V	II	V	IV
Lotus corniculatus	II	IV	IV	III	III	V	IV
Trifolium pratense	.	IV	IV	III	I	V	V
Rumex acetosa	II	III	IV	IV	II	V	IV
Festuca pratensis	II	IV	V	I	.	V	III
Cerastium holosteoides	.	IV	IV	I	.	.	IV
Д. в. класса ***Trifolio–Geranietea sanguinei***							
Knautia arvensis	V	V	V	V	IV	V	V
Viola hirta	V	V	V	V	V	V	V
Primula veris	V	V	V	V	V	V	V
Vicia tenuifolia	V	V	V	V	IV	V	IV
Iris aphylla	V	IV	V	V	III	V	V
Vincetoxicum hirundinaria	III	V	V	IV	V	V	V
Galium tinctorium	III	III	IV	V	V	V	V
Anthericum ramosum	IV	IV	V	V	IV	III	V
Trifolium alpestre	IV	IV	V	V	II	V	IV
Seseli libanotis	III	III	IV	III	IV	V	II
Прочие виды							
Pedicularis kaufmannii	I	IV	V	II	II	V	V
Centaurea sumensis	III	III	IV	V	IV	V	V
Eremogone micradenia	IV	III	V	IV	V	V	V
Scorzonera purpurea	I	II	V	V	IV	V	V

Helictotrichon pubescens	.	IV	II	V	V	V	V
Stachys officinalis	III	IV	V	III	I	V	III
Lathyrus lacteus	.	V	V	V	IV	V	V
Linum perenne	I	IV	IV	IV	III	V	IV
Polygonatum odoratum	.	I	IV	IV	II	V	IV
Falcaria vulgaris	V	IV	IV	IV	II	V	IV

Примечания. Варианты: ***E s***[1] – ***Euphorbia subtilis***, ***A s***[2] – ***Anemone sylvestris***, ***S v***[3] – ***Solidago virgaurea***, ***P a***[4] – ***Potentilla alba***; ОПП[5] – общее проективное покрытие; Д. в.[6] – диагностические виды.

Список литературы

1. Royer J.M. Synthèse eurosibérienne, phytosociologique et phytogéographique de la classe des *Festuco-Brometea*. Dissertationes Botanicae. 1991. 178. P. 1-296.

2. Аверинова Е.А. К вопросу о классификации растительного покрова косимых участков Стрелецкой степи // Изучение и сохранение природных экосистем заповедников лесостепной зоны: Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Центрально-Черноземного заповедника (п. Заповедный, Курская область, 22-26 мая 2005 г.). Курск, 2005. С. 167-172.

3. Аверинова Е.А. Травяная растительность бассейна реки Сейм (в пределах Курской области). Брянск: РИО БГУ, 2010. 351 с.

4. Аверинова Е.А. Использование эколого-флористической классификации для анализа динамики распространения краснокнижных видов растений в фитоценозах косимых плакоров Стрелецкой степи за 87 лет // Редкие виды животных, растений и грибов Центрально-Черноземного заповедника и Курской области / Труды Центрально-Черноземного государственного заповедника. 2024. Вып. 21. С. 85-121. URL: http://zapoved-kursk.ru/assets/files/books/Tr_V21.pdf.

5. Комаров Н.Ф., Проскуряков Е.И. Западные степи ЦЧО // Степи Центрально-Чернозёмной области. М.-Л.: Сельхозгиз, 1931. С. 195-309.

6. Алехин В.В. Проблема фитоценоза и некоторые новые фактические данные // Учён. зап. МГУ. Биологическая часть. 1935. Вып. 4. С. 143-179.

7. Рэдулеску-Иван Д. Материалы по структуре некоторых растительных сообществ и ассоциаций Стрелецкой степи // Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. М.: Лесн. пром-сть, 1965. Вып. 9. С. 16-78.

8. Полуянов А.В., Золотухин Н.И., Дорофеева П.А., Филатова Т.Д., Золотухина И.Б. Геоботанические описания сообществ с ковылями в Курской области // Ковыли и ковыльные степи Белгородской, Курской, Орловской областей: кадастр сведений, вопросы охраны. Курск: Изд-во ИП Бабкина Г.П., 2015. С. 142-278.

9. Золотухин Н.И., Золотухина И.Б., Филатова Т.Д., Рыжков О.В., Полуянов А.В., Золотухин А.Н., Дорофеева П.А. Численность, проективное покрытие перистых ковылей и некоторые характеристики луговых степей Центрально-Черноземного заповедника. Курск: Мечта, 2017. 108 с.

10. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Wien, N.-Y., 1964. 865 p.

11. Hennekens S.M. TURBO(VEG). Software package for input, processing and presentation of phytosociological data. Lancaster: Wageningen et University of Lancaster, 1995. 70 p.

12. Westhoff V., van der Maarel E. The Braun-Blanquet approach // Classification of plant communities. The Hague: Junk, 1978. P. 287-399.

13. Tichý L., Holt J., Nejezchlebová M. JUICE. Program for management, analysis and classification of ecological data. 2nd edition. Brno, 2011. 61 p.

14. Theurillat J.-P., Willner W., Fernández-González F., Bültmann H., Čarni A., Gigante D., Mucina L., Weber H. International Code of Phytosociological Nomenclature. 4th edition. Applied Vegetation Science. 2021. 24 (1): e12491. 62 p. DOI: https://doi.org/10.1111/avsc.12491.

15. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья – 95, 1995. 992 с.

16. Красная книга Курской области: Редкие и исчезающие виды животных, растений и грибов. 2-е издание, переработанное и дополненное. Калининград; Курск: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский Дом «РОСТ-ДОАФК», 2017. 380 с.

17. Золотухина И.Б., Золотухин Н.И. Видовая насыщенность сосудистых растений в сообществах с ковылями в Курской области // Ковыли и ковыльные степи Белгородской, Курской, Орловской областей: кадастр сведений, вопросы охраны. Курск: Изд-во ИП Бабкина Г.П., 2015. С. 361-369.

18. Золотухин Н.И., Золотухина И.Б. Многолетняя динамика флоры Стрелецкой плакорной степи // Растительный покров Центрально-Черноземного заповедника: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 18. Тула: Гриф и К˚, 2001. С. 225-257.

УДК 53.9
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-59-64

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА МОНИТОРИНГОВЫХ ПЛОЩАДКАХ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО РЕЗЕРВАТА «АКЖАЙЫК»

PHENOLOGICAL OBSERVATIONS OF BIODIVERSITY AT THE PHENOLOGICAL MONITORING SITES OF THE AKZHAYYK STATE NATURE RESERVE

Ажигалиева Ж[1]., Шунашева Ж.[1], *Есенаманова М.С.[1], Есенаманова Ж.С.[1], Тлепбергенова А.Е.[1], Махметова Н.Т.[2]
Azhigalieva Zh.[1], Shunasheva Zh.[1], Yessenamanova M.S.[1], Yessenamanova Zh.S.[1], Tlepbergenova A.E.[1], Makhmetova N.T.[2]

[1]Атырауский университет имени Х. Досмухамедова, Атырау, Республика Казахстан
[2]Государственный природный резерват «Акжайык», Атырау, Республика Казахстан
[1]Kh.Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Republic of Kazakhstan
[2]Akzhayyk State Nature Reserve, Atyrau, Republic of Kazakhstan

E-mail: *mansiya.73@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты флористических и фаунистических фенологических наблюдений в 2022 году на площадках Государственного природного резервата «Акжайык» и составлен местный фенологический календарь природы, отражающий сопряженное развитие сезонных явлений у всех фенологических объектов. Исследования показали, что количество видов растений на территории резервата «Акжайык» по сравнению с 2021 г. в 2022 году на мониторинговых площадках уменьшилась, в связи с засухой и последствиями пожаров, что привело к снижению процесса роста и развития растений. Бесснежная зима 2022 года способствовала созданию благоприятных условий зимовок для зимующих птиц на территории резервата. Учеты животных на территории Государственного природного резервата «Акжайык» показали значительное увеличение численности волков, шакалов и зайцев-русаков.
Ключевые слова:природный резерват, флора, фауна, птицы, мониторинг численности.

Abstract. In the article, moiitoring control was carried out on the accounting of flora and fauna at the sites of the State Natural Reserve "Akzhayyk" and a local phenological calendar of nature was compiled, reflecting the conjugate development of seasonal phenomena in all phenological objects. Studies have shown that the number of vegetation on the territory of the Akzhayyk Reserve has decreased in comparison with 2021 at monitoring sites in 2022, due to drought and the consequences of fires, which led to a decrease in plant growth. The snowless winter of 2022 contributed to the creation of favorable wintering conditions for wintering birds on the territory of the reserve. Animal records on the territory of the Akzhayyk State Nature Reserve showed a significant increase in the number of wolves, jackals and hares.
Key words: nature reserve, flora, fauna, birds, population monitoring.

Введение. Каждой территории – региону, области, ландшафту – свойственны свои специфические сезонные явления природы и свои календарные сроки их наступления. Одна из главных задач современной фенологии – уловить их ритмику и объяснить специфику сезонной динамики природы конкретной территории.

Традиционный способ получения информации – визуальные слежения, т.е. регистрация сроков наступления сезонных явлений.

Фенологические наблюдения не требуют особых приборов и оборудования. Данные полученные при такого рода исследованиях помогают полнее постигать многообразие и выявлять причинно-следственные связи динамических процессов в природе. На территории резервата фенологические слежения ведутся на учетных площадках в процессе мониторинговых изучений.

Обработка фенологических наблюдений дает возможность устанавливать географо-фенологические закономерности. В некоторые годы сезонные природные явления могут протекать со значительными отклонениями от средних многолетних сроков.

У растений регистрируются сезонные фазы развития: набухание и раскрывание почек, облиствение, цветение (начало и конец), созревание плодов и семян, осеннее расцвечивание листвы, листопад. Зоофенология: у млекопитающих – появление молоди, сезонные линьки и миграции; у птиц – гнездование, откладка яиц, вылупление и вылет птенцов, а у перелетных – также весенний и осенний перелеты.

Учет фауны наземных позвоночных проводится преимущественно на мониторинговых маршрутах и мониторинговых площадках, которые распределены в различных экосистемах. На водных маршрутах исследуются неводные земельные участки (отвалы), на которых прокладываются пешеходные маршруты. Для хищников и копытных полоса учета составляет 30 м.

Материал и методы. Наблюдение за сезонными изменениями фенологи производят на основе заметных природных явлений, например, зеленение березы, цветение черемухи, осенняя раскраска листьев – такие явления называются феноиндикаторами. Они характеризуют наступление той или иной фазы в сезонном развитии живой природы [1].

Для использования более формальных и универсальных показателей рассматривают величины среднесуточной температуры воздуха (существенно определяющие природные явления). Так, устойчивый переход к среднесуточной температуре выше нуля по Цельсию считают климатическим наступлением весны, выше 15 градусов – наступлением лета.

Рассматривая более узкие переходы показателей температуры, через 5 градусов Цельсия, в каждом сезоне выделяют более короткие периоды – фенологические фазы. Они имеют свой набор природных феноменов (явлений), позволяющих отличить одну фазу от другой.

На территории государственного природного резервата проводились натуральные наблюдения интегрально-описательным методом. Температуру воздуха и воды измеряли 2-3 раза в неделю в мониторинговых точках Данные заносили в фенологический дневник, который имеет каждый инспектор отдела охраны.

Интегральный описательный метод позволяет оценить фенологическое состояние объекта на участке в день наблюдения. Этим методом дается характеристика учетной единицы по определенной меже.

С точки зрения современной агробиологии нормальным, или здоровым, будет называться такое растение определенного вида или сорта, которое развивается в окружающих условиях, благоприятных для его оптимального роста и развития, имеет типичное для данного вида строение вегетативных и репродуктивных органов и обмен веществ.

Состояние растения можно понять по его листьям. Бледно-зеленая окраска листьев, далее она может перейти в желтый, оранжевый и красный цвет. Старые листья становятся тусклыми, бледно-зелеными или желтыми. В других случаях становятся темно-зелеными с тусклым голубым оттенком, а потом приобретают фиолетово-пурпурную окраску. Листья могут закручиваться, с появлениями хлороза. Листья у растения в нормальном состоянии насыщенного зеленого цвета (не бледные и не желтые), находятся в тургоре (не вялые), растение развито соответственно возрасту. Это значит, что растению достаточно света, влаги, температуры окружающей среды и питательных веществ.

Перед организацией наблюдений за орнитофауной участка (маршрута) наблюдений необходимо ознакомится с предполагаемые объектами, которых вы можете встретить во время учета: изучить их внешний вид, повадки, голоса.

Птичье население любой местности состоит из оседлых и прилетных видов. К оседлым относятся птицы, круглый год встречающиеся в данной местности, к прилетным – появляющиеся здесь на определенное время года.

Большую часть прилетных составляют виды, прилетающие весной на период гнездования и покидающие район гнездования осенью. Для некоторых прилетных птиц этот же район является местом лишь зимнего пребывания.

Также в короткое время весной и осенью встречаются пролетные птицы, мигрирующие с мест зимовок на юг к местам гнездований на севере и обратно.

Необходимо отмечать даты прилета (пролета) и отлета пернатых. Для того, чтобы точнее установить эти даты, птиц следует активно искать. Для наблюдений за птицами выделяются специальные маршруты, ежегодно посещаемые в нужные периоды (во время перелетов, зимних наблюдений).

Видовую принадлежность встреченных птиц устанавливали визуально, с использованием биноклей кратностью 12×50 и подзорной трубы ×300. Для уточнения видовой принадлежности использовались фотоаппарат и иллюстрированные определители птиц (Ковшарь А.Ф., Гаврилов В.В. и др.)

Учетами были охвачены типичные места обитания птиц, места их отдыха и кормежки в осенний период. Данные учетов дополнялись опросными сведениями, проводимыми с госинспекторами отдела охраны и воспроизводства резервата «Акжайык», были анализированы

и их записи встреч птиц, зафиксированные в фенологических дневниках. Количество встреченных особей разносилось в карточки учета. На карте-схеме отмечались встреченные места колоний водоплавающих птиц, места пролета птиц с колоний на кормежку, места переходов кабана, лежки животных, места кормления. Для хищников и зайца-русака пребывание фиксировалось по следам на рыхлой почве, по помету и при случайных встречах [2].

Результаты и обсуждение.

Состояние растений. Мониторинговый контроль за травянистым компонентом растительного сообщества осуществляется в пиковый период развития растений – во время цветения, – когда наиболее распространенные виды начинают плодоносить. Описание растительности каждой учетной площадки включало: составление списка видов растений и их фенологического состояния, определение общего проективного покрытия, установление доминирующих видов растений, характеристика обилия установленных видов.

В период массового цветения-начала плодоношения (10-20 июля) основных наземных мониторинговых видов полевые работы проводились по определению их основных жизненных параметров: высота, проективное покрытие вида, сырая биомасса, количество благополучных видов на площадке. В августе-сентябре описывалось состояние кустарниковой растительности, в ходе которых определялось высота и площадь проективного покрытия кроны.

Всего в 2022 году всего было обследовано 13 контрольных точек на 5 мониторинговых маршрутах. Полевые работы проводились в летний и осенний период во время массового развития ключевых видов растений [3].

В хорошем состоянии в 2022 году находились виды, характеризующиеся выраженной экологической пластичностью: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Typha angustifolia* L. *и Bolboschoenus maritimus* (L.) Pall. Анализ полученных данных по мониторинговым видам в пик вегетации показал, что состояние рогоза узколистого и клубнекамыша морского и ряда других видов наземных мониторинговых маршрутов стабильное.

Эти виды отличаются достаточно широкой амплитудой устойчивости по отношению к уровню увлажнения и засоления почвы. Полученные за 2022 г. данные показали, что по сравнению с 2021 г. состояние *Phragmites australis, Typha angustifolia*, и ряда других видов вблизи наземных мониторинговых маршрутов много видов в малых количествах, в сравнении с прошлым годом, *Bolboschoenus maritimus* встречались единичные экземпляры. В наилучшем состоянии характеризуется *Phragmites australis*. В целом состояние популяции *Phragmites australis* в сравнении с базовым является стабильно хорошим. Растение зимостойкое, холодостойкое и устойчивое к заморозкам.

Tulipa schrenkii Roth не был обнаружен на территории резервата в 2022 году. Tulipa uniflora встречался в 2021 году, но в 2022 году этого вида не было обнаружено. Обследованная популяция *Nitraria schoberi* L. на площадке мониторинга № 7 показывает ее успешное развитие. *Nitraria schoberi* цветет в мае-июне, плоды созревают в июле-августе.

На маршруте № 4 Еркинкала – Кызылжар, по обочине дороги на Еркинкала хорошо произрастает *Halimodendron halodendron* Pall. Цветет в июне-июле. Цветки светло-фиолетовые, розовые, или бледно-розовые, собраны в пазушные зонтики. Плоды созревают в августе-сентябре.

В 2022 г. встречались единичные экземпляры прибрежно-водного растения Butomus umbellatus на площадке № 4. У обследованных экземпляров наблюдалось благополучное генеративное развитие [4].

Ввиду продолжающейся регрессии Каспийского моря и недостаточного уровня паводка, растительность на площадке № 1 сменилась с прибрежно-водной на прибрежно-солончаковую.

Следует отметить, что при дноуглубительных работах в 2022 году на мониторинговой площадке № 4 «пост. Заросльй», выкопанный со дна грунт сбрасывался на сушу, что отрицательно повлияло на большую часть растений.

На площадке № 6 состояние *Trapa natans* L. в фазе цветения. *Salvinia natans* L. на площадке № 6 в местах произрастания также в фазе цветения. Но в этом году, как и в 2021 г., *Trapa natans* и *Salvinia natans* были малочисленны.

Salicornia europaea L. находится в хорошем состоянии. Для его популяции складываются очень подходящие обстоятельства – существенные обсыхающие площади с разной степенью засоления почвы предоставляют широкие возможности для его расселения по прибрежным территориям.

Aeluropus littoralis (Gouan) Parl. в 2022 году встречалась регулярно, но фактически нигде не формирует массивов. В целом ее популяция находится в отличном состоянии.

Динамика численности животного мира. Фенологические исследования в мире животных более трудоемки, чем фитофенологические. Зоофенология требует от наблюдателя большей внимательности, усилий и времени, чем наблюдения за растениями.

Чаще всего сезонные явления в мире животных тесно связаны с изменениями других природных объектов и изменениями погодных условий. Эти условия позволяют в нужный момент зафиксировать то или иное явления в мире животных.

Дельта реки Урал является местом, где доминирует вводно-болотная растительность. Наряду с обилием ихтиофауны и птиц, здесь благоприятные условия для обитания кабана (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), енотовидной собаки (*Nyctereutes procyonoides* Gray, 1834*)*, волка (*Canis lupus* Linnaeus, 1758*)*, ондатры (*Ondatra zibethicus* Linnaeus, 1766), лисицы (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758*)*, зайца русака (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) и барсука (*Meles meles* Linnaeus, 1758).

В наиболее благоприятных условиях на данной территории находятся хищные звери – лисица, енотовидная собака, волк, обыкновенный шакал (*Canis aureus* Linnaeus, 1758) и барсук. Из копытных – кабан. При обводнении они легко могут переселяться на более сухие участки, а при высыхании, передвигаются ближе к урезу воды. Богатая кормовая база для них заключается в основном в выбросах водной растительности при нагонных ветрах Каспийского моря. Кабан и заяц русак для своего пропитания всегда находят свежую зелень или старую травяную ветошь, веточки ивняка, тамариска и т.д. Для всех этих животных регион вполне благоприятен для обитания и их численность, особенно енотовидной собаки, по предварительным данным обследования, довольно высокая.

Во время учета учитывались особенности территории водно-болотных угодий. В дальнейшем все учтенные данные экстраполированы на всю площадь территории резервата *(таблица 1)*.

Таблица 1

Данные учетных работ численности животных

	2021 год	2022 год
Кабан (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758)	294	582
Волк (*Canis lupus* Linnaeus, 1758*)*	86	380
Лисица (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758)	91	72
Енотовидная собака (*Nyctereutes procyonoides* Gray, 1834)	185	370
Горностай (*Mustela erminea* Linnaeus, 1758)	420	360
Заяц русак (*Lepus europaeus* Pallas, 1778)	60	36
Барсук (*Meles meles* Linnaeus, 1758)	42	39
Ондатра (*Ondatra zibethicus* Linnaeus, 1766)	5775	4960
Шакал (*Canis aureus* Linnaeus, 1758)	42	250

При зимнем учете 2022 г. численность кабана составила 582 особи, из них – количество самцов составило 50 особей, самок – 94 особи, молодняка – 438 особей. Значительная численность молодых особей дает возможность предполагать, что популяция кабана в резервате находится в хорошем состоянии.

Падение уровня воды Каспийского моря и уменьшение ежегодного паводка реки Урал, возможно, ведет к некоторому уменьшению площадей, ранее использовавшихся ондатрой, как мест обитания, так и кормежки.

Наблюдения за птицами. В целом, Государственный природный резерват «Акжайык» располагает богатейшими водно-болотными угодьями, которые создают благоприятные условия для обитания, гнездования и отдыха птиц на весенних и осенних миграциях.

В итоге проведенных исследований орнитофауны в 2022 году, установлено следующее.

Зима 2021-2022. В результате фенологических наблюдений выявлено, что зима в 2021-2022 гг. была умеренно холодная, малоснежная, характеризовалась сравнительно постоянной температурой. Средняя температура в зимний период составляла – 5,7°С, температура колебалась от – 25°С до +9°С, что препятствовало освоению аквальных маршрутов

на автотранспорте. 30.11.2022 г., по побережью Каспия и на всех постах образовался неподвижный лед на поверхности водного объекта [5].

При проведении учета птиц фоновыми видами являлись серая ворона (*Corvus cornix* Linnaeus, 1758), грач (*Corvus frugilegus* Linnaeus, 1758), полевой воробей (*Passer montanus* (Linnaeus, 1758), тростниковая камышевка (*Acrocephalus scirpaceus* (Hermann, 1804), усатая синица (*Panurus biarmicus* (Linnaeus, 1758) и хохлатый жаворонок (*Galerida cristata* (Linnaeus, 1758).

На учетных маршрутах было учтено 5 отрядов птиц, из которых:

– Отряд Соколообразных (Falconiformes) составил 4 вида, общее количество встреченных птиц составило 30 особей;

– Отряд Воробьеобразных (Passeriformes) составил 16 видов, общее количество встреченных на маршрутах птиц составило 2233 особи;

– Отряд Голубеобразных (Columbiformes) представлен одним видом – сизый голубь (*Columba livia* J.F. Gmelin, 1789), которого учтено 398 особей;

– Отряд Курообразных (Galliformes) представлен одним видом – серой куропаткой (*Perdix perdix* (Linnaeus, 1758), которой учтено 45 особей.

Общее количество учтенных птиц составило 2708 особей.

Весна. Период с 12 по 15 апреля 2022 года был проведен учет водоплавающих птиц на весеннем пролете в границах резервата «Акжайык».

Основное внимание при проведении учетных работ уделялось определению численности водоплавающих птиц. Околоводные птицы учитывались по мере их встреч, на площадках и при подъезде к учетным площадкам.

После проведения учета птиц на весеннем пролете и камеральной обработки получены следующие данные: зафиксировано 66167 особей птиц. Из общего количества птиц зарегистрирован 31 вид, относящийся к 7 отрядам. Учет птиц охватил 20% всей территории. Путем экстраполяции можно предположить, что количество птиц на осеннем пролете через территорию резервата «Акжайык» составляет 330835 особей.

Лето. При проведении учета птиц на линьке и по выводкам на территории резервата «Акжайык» всего учтено на маршрутах 50 видов птиц из 11 отрядов, общей численностью 11131 особь. На маршрутах учтено 56 выводков, общей численностью 485 птенцов. С учетами выводков на Шалыгах учтено 14500 выводков, общим количеством 25250 птенцов. На маршрутах по встречаемости доминировали выводки красноносого нырка (*Netta rufina* (Pallas, 1773) – 33 выводка 293 птенцов, в среднем в выводке было 8 птенцов. На Шалыгах многочисленными выводками были выводки черноголового хохотуна (*Larus ichthyaetus* Pallas, 1773) – 7300 выводков и 11500 птенцов.

Осень. При проведении учетов куликов, представителей отряда Ржанкообразных (Charadriiformes), в период с 17 по 18 августа 2022 года были охвачены участки мелководий территории ГПР «Акжайык», которые привлекают своими кормовыми и защитными условиями при летне-осенней миграции птиц. Обследуемые участки, наиболее посещаемые при сгонно-нагонных явлениях моря.

Доминантами по численности во время учетных работ являлись большой кроншнеп (*Numenius arquata* (Linnaeus, 1758) – 1873 особи и турухтан (*Philomachus pugnax* (Linnaeus, 1758) – 1815 особей.

При учете зарегистрировано 14 видов куликов, общее количество составило 8354 особи. Пролет куликов в 2022 г. приходился на вторую декаду августа месяца.

После проведения учета птиц на осеннем пролете и камеральной обработки материала получены следующие данные: учтено 48837 особей. Из общего количества птиц зарегистрировано 28 видов, которые относятся к 6 отрядам, а с учетом экстраполяции количество учтенных особей составляет 244185.

Выводы. В результате проведенных исследований природной среды на территории государственного природного резервата «Акжайык» в 2022 г. выявлено следующее.

Состояние растительности на территории резервата «Акжайык» по сравнению с 2021 годом в 2022 году на мониторинговых площадках количество видов уменьшилось, в связи с засухой и последствиями пожаров снизился рост и развитие растений.

Зима в 2022 году больший период времени была бесснежной и достачно умеренной. Это способствовало благоприятным условиям зимовки для зимующих птиц на территории резервата. За время проведения учетов зимующих птиц зафиксировано всего 2708 особей.

В течение всего весеннего периода пролеты птиц не носили пикового характера, а проходили равномерно и плавно, одинаково распределяясь по всей территории резервата. Из общего количества птиц зарегистрирован 31 вид, относящийся к 7 отрядам. После проведения учета птиц на весеннем пролете и камеральной обработки учетного материала общее количество птиц на весеннем пролете составляет порядка 330835 особей.

При проведении учета птиц на линьке и по выводкам на территории резервата «Акжайык» всего учтено на учетных маршрутах 50 видов птиц из 11 отрядов, общей численностью 11131 особь.

Учеты на осеннем пролете из общего количества птиц зарегистрировано 28 видов, которые относятся к 6 отрядам, а с учетом экстраполяции количество учтенных особей составляет 244185.

Учеты животных на территории Государственного природного резервата «Акжайык» показали значительное увеличение численности волков, шакалов и зайцев русаков.

Список литературы

1. Методические рекомендации по ведению мониторинга компонентов биоразнообразия дельты р. Урал с прилегающим побережьем Каспийского моря в пределах проектной территории. Астана, 2007. 35 с.

2. Летопись природы государственного природного резервата «Акжайык» за 2022 год (Годовая Книга).

3. Отчеты по проведению фенологических исследований в границах государственного природного резервата «Акжайык» за 2022 год.

4. Отчеты по системному мониторингу состояния индикаторных видов растительности на территории государственного природного резервата «Акжайык» за 2022 год.

5. Yessenamanova M.S., Yessenamanova Zh.S., Tlepbergenova A.E., Abdinov R.Sh., Ryskalieva D.K. Desertification assessment of the territory of Atyrau region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 421(6). 062005. ISSN 1755-1315.

УДК 528.94
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-65-72

ОПЫТ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИРОДНОГО ПАРКА «РОВЕНЬСКИЙ» (БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

GEOINFORMATION MAPPING OF VEGETATION OF THE NATURAL PARK "ROVENSKY" (BELGOROD REGION)

*Алексеенко Н.А.[1,2], **Курамагомедов Б.М.[1,3]
*Alekseenko N.A.[1,2], **Kuramagomedov B.M.[1,3]

[1]Институт географии РАН, Москва, Россия
[2]Московский государственный университет, Москва, Россия
[3]Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия
[1]Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
[2]Moscow State University, Moscow, Russia
[3]National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

E-mail: *valtuz@mail.ru, **bashir.kura@igras.ru

Аннотация. В заповеднике Белогорье для оптимизации хранения и последующего анализа накопленных данных и материалов за столетнюю историю создается база пространственных данных, которая содержит данные как переменные при выполнении анализа, моделирования и картографирования. Для того, чтобы представление информации было географичным, требуется наличие карты природных контуров, в качестве которой было решено использовать карту растительности для всех участков заповедника, в том числе, для природного парка Ровеньский. Ее создание проводилось путем полевого дешифрирования космических снимков. Основными источником для проведения дешифрирования послужили снимки съемочной системы SPOT-4 и SPOT-6.

По результатам полевых описаний были разработаны легенды для карт растительности пяти участков парка, а затем созданы карты масштаба 1:5 000. Сильно различающаяся размерность выделов привела к сильному объединению названий таксонов, многообразие типов растительности – к невозможности в крупном масштабе создать единую легенду для упрощения любого анализа в последующем. Объединить все типы растительности удалось на карте масштаба 1:25 000.

Ключевые слова: природный парк, карта растительности, база пространственных данных.

Abstract. A spatial database is being created in the Zapovednik Belogorye to store and structure data obtained over the last century. This database contains information for analysis, modeling and mapping. A map of any natural contours (landscape, vegetation, etc.) is required to organize data showing geographic content. It was decided to use a vegetation map for all areas of the Zapovednik, including the Rovensky Natural Park. Its creation was carried out by field interpretation of space images. The main sources for decryption were images from the SPOT-4 and SPOT-6 shooting systems.

Based on the results of field descriptions, legends were developed for vegetation maps of five areas of the park, and then maps were created at a scale of 1:5,000. The natural park's vegetation patches have very different sizes and there are so many different types of vegetation in the park that it is impossible to create a single legend at a scale of 1:5 000 for any subsequent analysis. It was possible to combine all types of vegetation on a map at a scale of 1:25 000.

Key words: natural park, vegetation map, spatial database.

Введение. Столетний архив данных наблюдений, мониторинга, научных изысканий заповедника Белогорье уже более десяти последних лет собирается в электронном виде, что вызвало необходимость организации и структурирования данных в базы данных (БД). С учетом пространственной составляющей, имеющейся у данных, собираемых в заповедниках, БД спроектирована с учетом этой особенности, которая в свою очередь служит источником для пространственного анализа и картографирования. Ранее были обоснованы структуры, этапы создания БД ООПТ, в т. ч. и применение в качестве базовых пространственных данных, карты природных контуров (собственно карты природных контуров, ландшафтов, растительности и пр.). В заповеднике Белогорье стали создаваться для этой цели на отдельные участки крупномасштабные карты растительности. Эти карты показывают распределение растительных сообществ, а их анализ позволяет выявить динамику, изменения и связи с другими компонентами среды [1].

Региональный природный парк «Ровеньский» (ПП) основан в 1998 г., а в 1999 г. придан в ведение заповеднику Белогорье. Первые пять лет в парке была собственная дирекция в п.г.т. Ровеньки. Парк расположен на юге Ровеньского района Белгородской области в степной зоне и состоит из 14 участков, 6 из которых памятники природы площадью 0,01 га. Его участки включают ландшафты северной разнотравно-злаковой (типчаково-ковыльной) степи, меловых обнажений, байрачных лесов, водно-болотных комплексов. В парке произрастает 7 видов растений из Красной Книги РФ - полынь беловойлочная (*Artemisia hololeuca* M. Bieb. ex Besser), копеечник украинский (*Hedysarum ucrainicum* Kaschm.), иссоп меловой (*Hyssopus cretaceus* Dubj.), пион тонколистный (*Paeonia tenuifolia* L.), ирис (касатик) низкий (*Iris humilis* Georgi), ятрышник болотный (*Orchis palustris* Jacq.), ковыль перистый (*Stipa pennata* L.*)*. Много редких южных растений – ясенец голостолбиковый (неопалимая купина) (*Dictamnus gymnostylis* Steven), вьюнок линейчатый (*Convolvulus lineatus* L.), бородач обыкновенный (*Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng) и др., в степях доминируют ковыли Лессинга (*Stipa lessingiana* Trin. & Rupr.*)* и волосатик (*Stipa capillata* L.*)* [2, 3].

В качестве заповедной части в бессрочное пользование отведены земельные участки: урочище Зеленая роща и участок леса, расположенный в 0,5 км к югу от него (общей площадью 50 гектаров), меловые откосы на правом берегу реки Сарма северо-западнее с. Нагольное (площадью 15 гектаров), левобережный пойменный участок реки Айдар, южнее х. Двуречье (150 гектаров) и ряд участков с режимом охраны, соответствующим региональным комплексным заказникам, общей площадью 1288,06 га. Все ландшафтные комплексы парка имеют несомненную природную ценность [4-6].

Материалы и методы. В августе 2011 г. сотрудниками заповедника и учеными сторонних организаций под руководством директора А.С. Шаповалова проводились работы по изучению растительности участков ПП. Они являются необходимой составляющей для дальнейшей работы, точкой отсчета для изучения степной зоны европейской России именно на этой территории, потому что ранее детальных исследований здесь не велось. Эти материалы использовались для последующего составления карт растительности разных участков ПП.

Стоит отметить, что описания были составлены в процессе полевого дешифрирования высокодетальных космических снимков съемочных систем SPOT-4 и SPOT-6, которое относится к эталонному типу. Снимки SPOT-6 имеют высокое пространственное разрешение (спектральное – 6 м и 1,5 м – панхроматическое), что позволяет производить точную привязку данных полевых исследований. Снимки имели зеленый, красный и инфракрасный каналы съемки, и даты, соответствующие сезону полевых работ.

Эталонное дешифрирование используется, когда необходимо исследовать достаточно большие территории. Основной смысл данного вида работ заключается в создании неких эталонных областей, в которых характеристики объектов являются типичными для ряда других аналогичных областей на снимке. Они определяются в ходе подготовительного этапа в результате изучения разных картографических материалов (топографические карты, схемы районной планировки, кадастровые карты и пр.), авторского и автоматизированного дешифрирования снимков района исследований в подходящем масштабе *(рисунок 1)*.

Результатом предварительного дешифрирования является карта определяемых исследователем выделов по совокупности каких-либо признаков. Например, на участке ПП «Айдар» учитывались формы рельефа, их крутизна, грунты, и ботаником к.б.н. Г.Н. Лысенко характеризовался растительный покров этого контура и состав доминирующих видов. После этого по разработанным оптимальным маршрутам производилось дешифрирование непосредственно на эталонных участках. Информация, собранная на подобном участке, соответственно, принимается за истину и для остальных участков, имеющих схожие характеристики *(рисунок 2)*.

При составлении полевых геоботанических описаний использовалась эколого-морфологическая классификация растительности, основанная на учете структурно-морфологических признаков сообществ, состава их доминирующих и дифференцирующих видов. Систематизация растительных сообществ осуществляется на основе доминирования видов определенной жизненной формы в составе основных ярусов сообществ. Помимо доминирующих видов в качестве диагностических признаков при типизации фитоценозов учитываются детерминантные, характерные для определенных условий местообитаний – индикаторные виды. Иногда дополнительно рассматривались экологические критерии, определяющие территориальную приуроченность выделенных таксонов [5].

При полевых работах было описано 275 контуров, определяемых на снимках. Описание включало: местоположение точки, перечень доминирующих видов, название ассоциации, характеристику рельефа и отдельные примечания (грунт, хозяйственное использование, степень антропогенного воздействия и пр.).

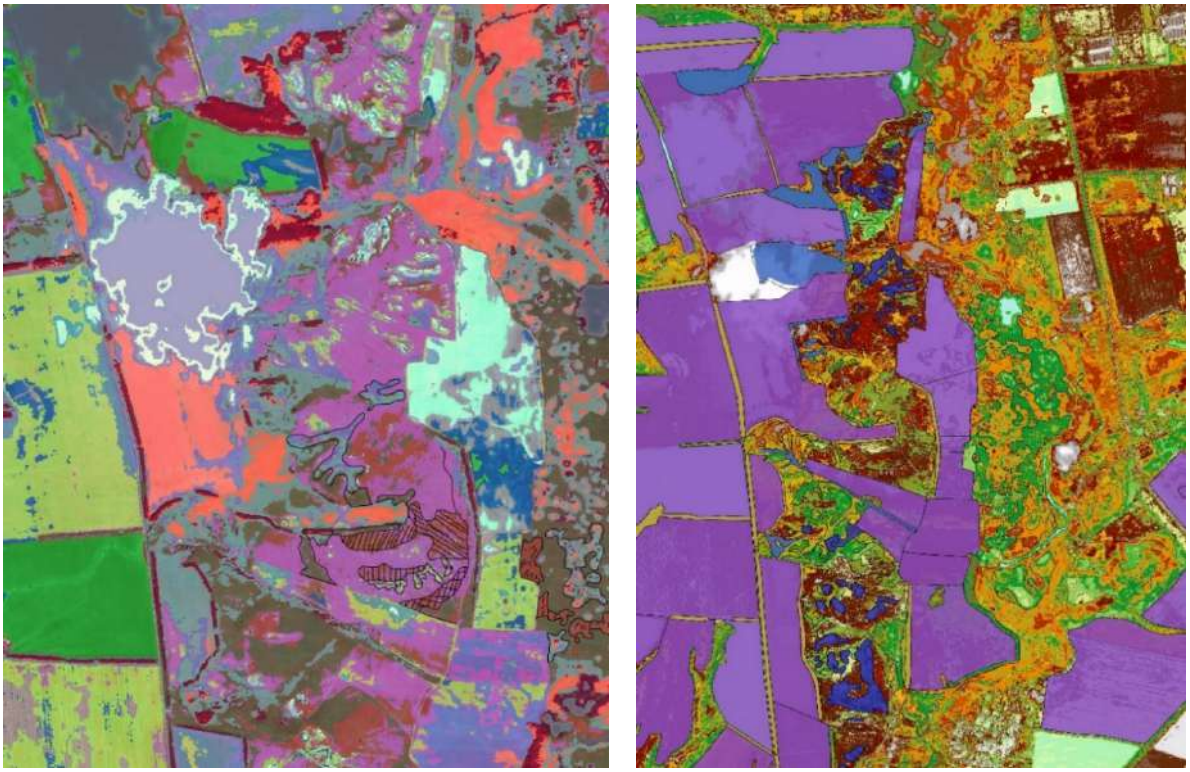


Рисунок 1. Результат автоматизированной обработки снимков (разный синтез каналов и различные алгоритмы обработки).



Рисунок 2. Результат предварительного дешифрирования – рабочие материалы для полевых исследований.

Растительные сообщества в ходе обработки полевых данных, были объединены в 13 групп: лесная растительность (природная), антропогенная древесно-кустарниковая растительность, заросли караганы кустарниковой, проективное покрытие которой превышает 50%, кустарниковые степи с доминированием караганы кустарниковой, степные сообщества

формации Stipeta capillatae, степные сообщества формации Festuceta valesiacae, сообщества формации Cariceta humilis, лугово-степные сообщества с доминированием корневищных злаков, сообщества переувлажненных экотопов, сообщества меловых обнажений, сообщества с доминированием качима метельчатого (*Gypsophila paniculata* L.), сообщества с доминированием полыней, разнотравные и сорняковые сообщества часто на нарушенных местопроизрастаниях *(таблица 1)*.

Каждая из групп, в свою очередь могла подразделяться на несколько подгрупп. Например, в степных сообществах формации Stipeta capillatae были выделены: А) чистые *Stipa capillata, Stipeta capillatae purum,* Б) с содоминированием *Festuca valesiaca,* часто с объединением ксерофитного разнотравья: *Euphorbia stepposa* Zoz ex Prokh., *E. seguieriana* Neck, *Crinitaria villosa* (L.) Grossh, *Gypsophila panicul*ata, С) с содоминированием *Festuca valesiaca* Gaudin, часто с объединением мезофитного разнотравья: *Salvia nutans* L., *Eryngium campestre* L., D) с содоминированием *Festuca valesiaca* с примесью или содоминированием корневищных злаков: *Bromopsis riparia* (Rehmann) Holub, *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Koeleria cristata* (Ledeb.) Schult, E) с содоминированием Festuca valesiaca с примесью караганы кустарниковой, *Caragana frutex* (L.) K. Koch, *F) с содоминированием Elytrigia repens* (L.) Nevski, G) с содоминированием многочисленных видов степного разнотравья: *Gypsophila paniculata, Scabiosa ochroleuca* L., *Onosma tanaitica* Klokov, *Euphorbia stepposa, Salvia nutans, Eryngium campestre, Euphorbia seguieriana*. [3, 7, 8].

Создание карты осуществлялось с использованием ПО ArcGIS PRO. Составленный набор исходных векторных геоинформационных слоев был сведен в базу пространственных данных (БПД). Для удобства все вышеперечисленные материалы помещались в таблицу содержания (Table of content) послойно в единой проекции WGS1984UTM зоны 55N. Эта необходимость возникает в связи с широким применением в природоохранной практике методов пространственного моделирования, где они используются в качестве переменных, например, при выявлении местообитаний редких видов или прогнозировании моделей биоразнообразия при климатических изменениях. Помимо слоя с растительностью в БПД вносится и другая пространственная информация (экспозиция склона, крутизна, нарушенность, близость к антропогенным объектам и пр.), т.к. иная организация данных в силу его недостаточной структурированности и систематизации создает сложности доступа к огромному массиву накопленного материала в заповедной системе.

Названия растительных сообществ задавались в атрибутивной таблице уже после оцифровки выделов. Помимо слоя с растительными сообществами были также созданы слои с реками, границами, населенными пунктами, дорогами.

С помощью таблиц *(таблица 1)*, детального изучения космических снимков и дополнительной научной литературы, были разработаны легенды для каждого участка парка. Разработка легенды является основополагающим этапом при составлении карты, не менее важный момент – размерность выделяемых таксонов. И тот, и другой этап были достаточно сложны для прохождения.

Переход от классификации объектов к самой легенде – первый шаг к картографической генерализации и организации имеющегося материала. Даже при таком крупномасштабном картографировании, как в данном случае (1:5 000 для каждого участка), на картах не удалось показать, как хотелось бы, и как позволяли полевые описания, распространение ассоциаций, групп и классов ассоциаций. Все картографируемые подразделения растительности пришлось подчинить в легенде более высоким ступеням классификационной схемы именно из-за размерности таксонов (некоторые из них были чрезвычайно малы, а некоторые несоразмерно велики), но те и другие были очень важны.

Далее на основе атрибутивных данных с помощью методов геоинформационного анализа, например, таких как объединение смежных объектов или наложение слоев, выполнялась корректировка геометрии ареалов с учетом информации о землепользовании согласно данным из Единого государственного реестра недвижимости.

Надо отметить, что идея создать единую легенду для всех участков ПП не была реализована в виду сильного разброса видов растительных ассоциаций участков парка, находящихся в различных ландшафтах. Участки «Айдарский» *(рисунок 3)*, «Лысая гора» и «Сарма» – правые склоны с выходами мела долин рек Айдар и Сарма с прилегающей правобережной поймой, участок «Нижесеребрянский» *(рисунок 4)* – левобережная невысокая боровая терраса в комплексе с засоленными лугами. Участок «Нагольное» представляет собой

отдельно стоящий меловой останец, занятый на плакоре и склонах северной и северо-восточной экспозиций луговыми степями с мозаичным вкраплением участков кальцефитной растительности с доминированием *Artemisia salsoloides* Willd и сопутствующим кретофильным комплексом видов. Таким образом, растительный покров природного парка «Ровеньский» носит достаточно пёстрый характер *(рисунок 5)*, что обусловлено действием разнообразных экологических факторов, прежде всего эдафических: контрастных почвообразующих пород, сложной пластики рельефа, выходов грунтовых вод, растительности, животного мира и хозяйственной деятельности человека.

Таблица 1

Обобщающая таблица растительных сообществ (фрагмент)

1	**ЛЕСНЫЕ формации (природные)**
A	*Пойменный лес в долине р. Айдар*
B	*Фрагменты квазикоренных лесных сообществ на плакоре*
II	Антропогенная древесно-кустарниковая растельность
A	*Посадки лесных культур и фрагменты лесополос*
B	*Спонтанные древесно-кустарниковые заросли на местах антропогенных нарушений*
III	ЗАРОСЛИ КАРАГАНЫ (ПРОЕКТИВ. ПОКРЫТИЕ >50%)
A	*Заросли караганы с примесью терна степного, вяза и спиреи*
B	*Заросли караганы с содоминированием в травянистом ярусе дернованных злаков*
C	*Заросли караганы с содоминированием в травянистом ярусе корневищных злаков*
IV	КУСТАРНИКОВЫЕ СТЕПИ с доминированием караганы кущевой
A	*с содоминированием дернованных злаков*
B	*с содоминированием корневищных злаков*
V	Степные сообщества формации Stipeta capillatae
A	*чистые*
B	*с содоминированием Festuca vafesiaca часто с объединением ксерофитного разнотравья*
C	*с содоминированием festuca vafesiaca часто с объединением мезофитного разнотравья*
D	*с содоминированием festuca vafesiaca с примесью или содоминированием корневищных зла ко*
E	*с содоминированием festuca vafesiaca с примесью караганы кущевой*
F	*с содоминированием Efytriqia repens*
G	*с содоминированием многочисленных видов степного разнотравья*
VI	Степные сообщества формации Festuceta valesiacae
A	*с содоминированием Stipa capiffata часто с объединением ксерофитного разнотравья*
B	*с содоминированием Stipa capiffata с примесью корневищных злаков*
C	*с содоминированием Stipa capiffata с примесью разнотравья*
D	*с содоминированием Carex humifis*
E	*с содоминированием корневищных злаков*
E	*с содоминированием многочисленных видов степного разнотравья*
VII	Сообществаформации Cariceta humilis
A	*с содоминированием дерновинных злаков*
B	*с содоминированием полыни солянковидной на выходах мела*
VIII	Лугово-степные сообщества с доминированием корневищных злаков
A	с доминированием мятлика узколистого
B	с доминированием костра берегового
C	с доминированием костра безостого
D	с доминированием вейника наземного
E	с доминированием пырея ползучего
IX	СООБЩЕСТВА ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ЭКОТОПОВ
X	СООБЩЕСТВА МЕЛОВЫХ ОБНАЖЕНИЙ
XI	СООБЩЕСТВ С ДОМИНИРОВАНИЕМ КАЧИМА МЕТЕЛЬЧАТОГО
XII	СООБЩЕСТВА С ДОМИНИРОВАНИЕМ ПОЛЫНЕЙ
XIII	Разнотавные и сорняковые сообщества часто в нарушенных экотопах

Основным правилом оформления карт растительности признается то, что качественный фон (цветовая гамма, штриховые обозначения) присваиваются основному сюжету карты, т.е. типологическим подразделениям растительного покрова согласно расположению их в легенде карты. При этом традиционно (в отечественной картографии) подбор цветовой шкалы, тональность оттенков выбираются в соответствии с эколого-географическим принципом. Логика построения легенды приводит к присвоению оттенков одного цвета определенному типу растительности, при этом, например, вся луговая растительность ассоциативно показывается оттенками зеленого, степная – желто-коричневого и т.д.

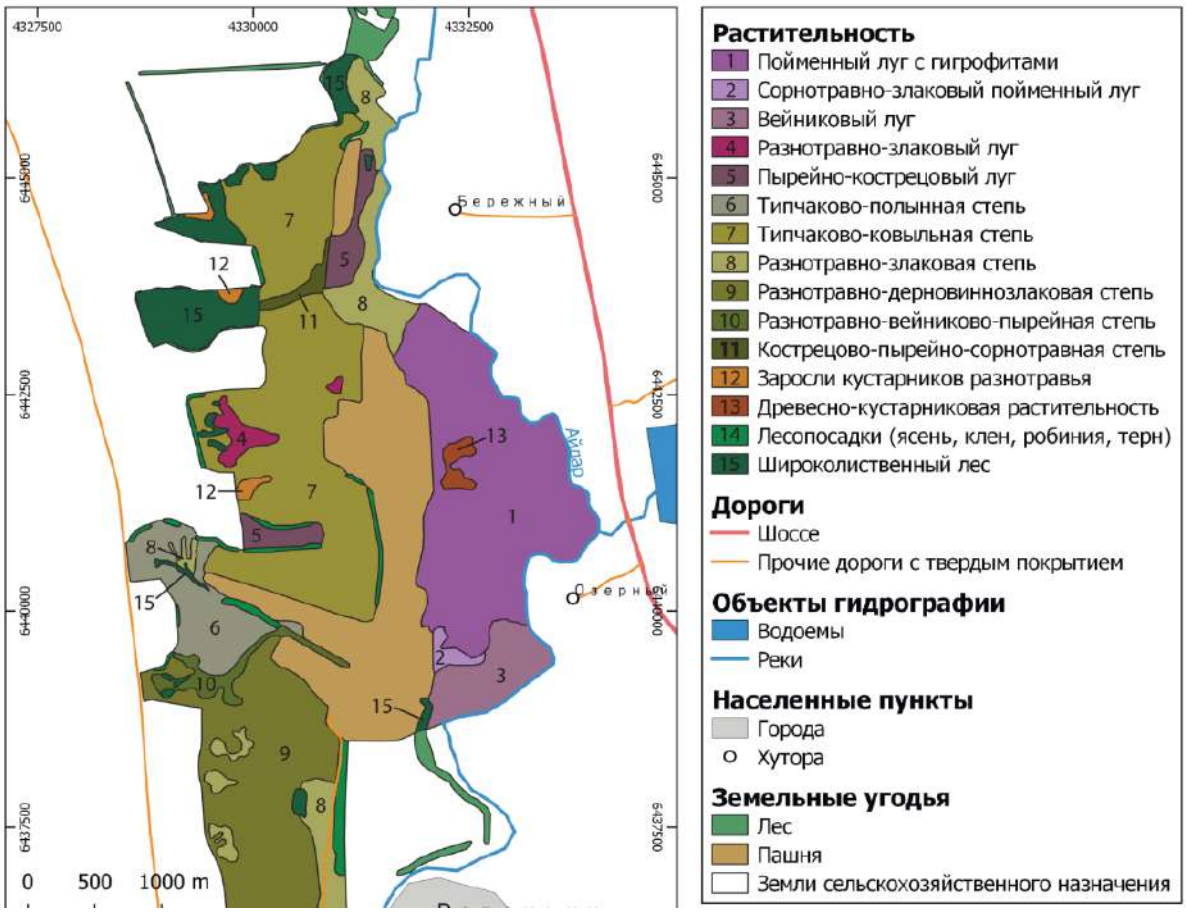


Рисунок 3. Карта растительности участка «Айдар».

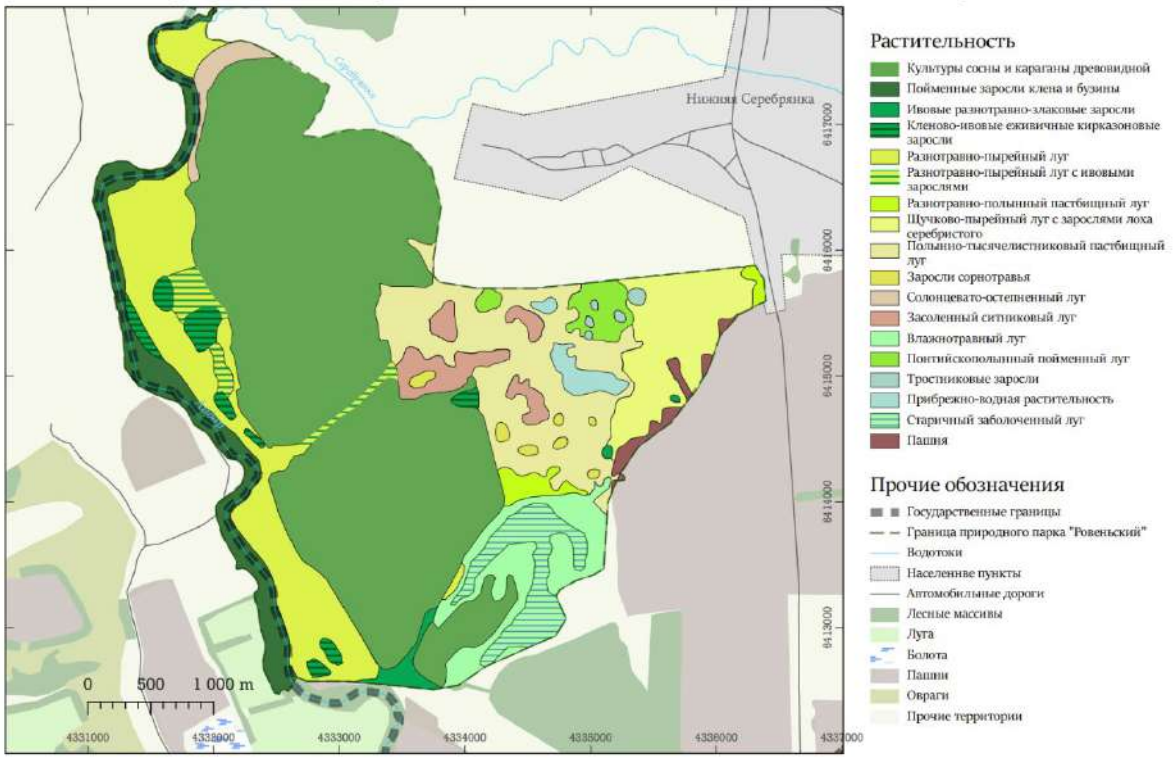


Рисунок 4. Карта растительности участка «Нижнесеребрянский».

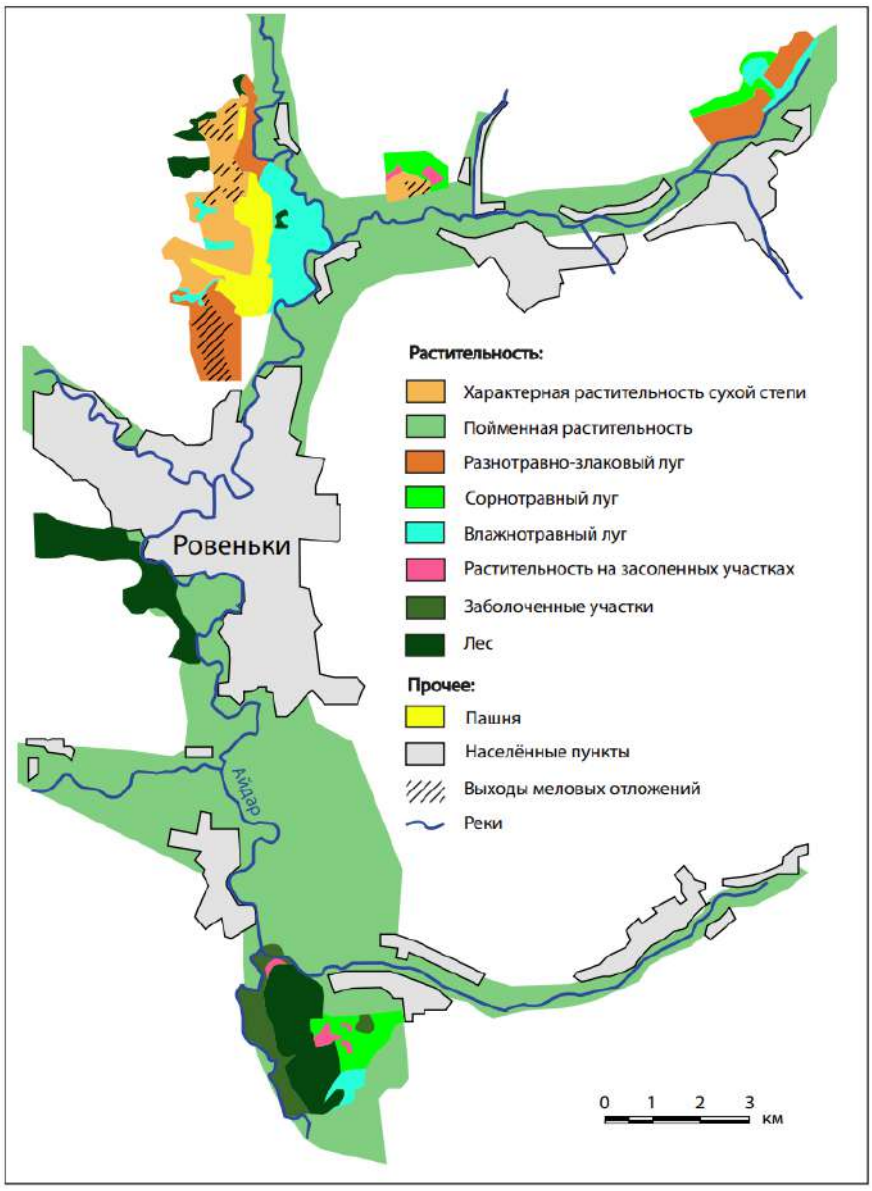


Рисунок 5. Карта растительности Ровеньского природного парка.

Заключение. Выполнение работ по картографированию растительного покрова исключительно по литературным обзорам и материалам дешифрирования данных дистанционного без наземных полевых обследований затруднителен в крупным масштабах. Каждая созданная на отдельные участки ПП «Ровеньский» карта масштаба 1:5 000 – самостоятельное произведение, с собственной легендой, что еще раз подтвердило растительное разнообразие природного парка. Попытка создать карту на всю территорию парка с общей легендой привела к сильной генерализации, но при этом получилась целостная картина, отражающая общие черты и закономерности распределения растительности. Масштаб карты 1:25 000.

Работа выполнена по Госзаданию FMWS-2024-0009 №1023032700199-9.

Список литературы

1. Алексеенко Н.А. Создание карты растительных сообществ заповедника «Белогорье» для организации пространственных данных // Лесостепь Восточной Европы: структура, динамика и охрана: Материалы Междунар. науч. конф. Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. С. 352-354.

2. Колчанов А.Ф. Растительность Белгородского края и её охрана вплоть до XX столетия // Науч. ведомости Белгород. ун-та. 1996. № 3. С. 102-132.

3. Решетникова Н.М., Степанова Н.Ю. Дополнения к флоре Белгородской области (по материалам 2013 года) // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2015. Т. 120. № 3. С. 65-69.

4. Заповедник «Белогорье» [Электронный ресурс]. URL: http://www.zapovednik-belogorye.ru/ (дата обращения: 01.02.2024).

5. Огуреева Г.Н., Котова Т.В., Емельянова Л.Г. Экологическое картографирование. Биогеографические подходы. Учеб. пособие. М.: Географический факультет МГУ, 2010. 160 с.

6. Тишков А.А., Белоновская Е.А., Золотухин Н.И., Титова С.В., Царевская Н.Г., Чендев Ю.Г. Сохранившиеся участки степей как основа будущего экологического каркаса Белгородской области // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 1 (82). С. 43-53.

7. Алексеенко Н.А., Лысенко Г.Н., Шаповалов А.С. Создание геоботанической карты природного парка «Ровеньский» по результатам полевого дешифрирования // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья: Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. Тирасполь, 2012. С. 9-11.

8. Золотухин Н.И. Встречаемость сосудистых растений в сообществах с ковылем перистым (*Stipa pennata* L.) в Алтайском, «Белогорье», Тигирекском и Центрально-Черноземном заповедниках // Проблемы изучения и восстановления ландшафтов лесостепной зоны: историко-культурные и природные территории: Сб. науч. статей. Тула, 2018. С. 78-89.

УДК 581.55:528.852.8
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-73-79

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ NDVI В СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ БАССЕЙНА ОЗ. БАЙКАЛ

GEOINFORMATION ANALYSIS OF NDVI IN STEPPE ECOSYSTEMS OF LAKE BAIKAL BASIN

Алымбаева Ж.Б., Аюржанаев А.А., Содномов Б.В., Жарникова М.А.
Alymbayeva ZH.B., Ayurzhanaev A.A., Sodnomov B.V., Zharnikova M.A.

Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия
Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

E-mail: alymbaeva@binm.ru

Аннотация. Оценка изменения растительного покрова на трансграничной территории бассейна оз. Байкал является актуальной задачей в целях разработки эффективных мер предупреждения и смягчения негативных процессов деградации земель. Чувствительными индикаторами климатических сдвигов и антропогенного воздействия являются степные сообщества. В работе использован комплексный подход в изучении современного состояния растительности путем сопоставления многолетних композитов вегетационного индекса NDVI и их трендов с геоботанической картой. Проведен детальный анализ по контурам в соответствии с легендой к карте растительности. Отмечено, что в российской части бассейна для степных сообществ наблюдаются отрицательные тренды NDVI, тогда как в Монголии – положительные. Преимуществом данного подхода является непрерывность ряда спутниковых снимков, широкий пространственно-временной охват и его эффективность при региональной оценке состояния и динамики растительного покрова.

Ключевые слова: степные экосистемы, NDVI, тренды, карта растительности, бассейн оз. Байкал.

Abstract. Assessment of changes in vegetation cover in the transboundary territory of the lake basin. Baikal is an urgent task in order to develop effective measures to prevent and mitigate negative processes of land degradation in the transboundary. Steppe communities are sensitive indicators of climate change and anthropogenic impact. The work uses an integrated approach to studying the current state of vegetation by comparing long-term composites of the NDVI vegetation index and their trends with a geobotanical map. A detailed analysis of the contours was carried out in accordance with the legend to the vegetation map. It is noted that in the Russian part of the basin negative NDVI trends are observed for steppe communities, while in Mongolia they are positive. The advantage of this approach is the continuity of a number of satellite images, wide spatiotemporal coverage and its effectiveness in regional assessment of the state and dynamics of vegetation cover.

Key words*:* steppe ecosystems, NDVI, trends, vegetation map, Lake Baikal basin.

Введение. Степные сообщества являются чувствительными индикаторами климатических сдвигов и антропогенного воздействия. Вопросы рационального природопользования и сохранения степных экосистем остаются актуальными и ставят перед исследователями разнообразные задачи: внедрение новых подходов к изучению степей, оценка и прогнозирование их состояния, развитие сети степных ООПТ, поддержание биоразнообразия и др. [1]. Дистанционное зондирование дает возможность масштабной долговременной оценки изменений почвенно-растительного покрова. Трансграничный Байкальский регион является важным как в ресурсном, так и геополитическом отношении. Территория имеет длительную историю хозяйственного использования на фоне ускоренных темпов роста температуры и аридизации.

Часто анализ данных дистанционного зондирования проводится по картам землепользования и растительного покрова (т.н. Land Use / Land Cover), например, продуктам IGEB, MODIS, GlobeLand30. Они имеют несомненное преимущество в актуальности информации. Так, продукт MODIS обновляется с годовой периодичностью. Однако их существенным недостатком является глобальная классификация, из-за которой некоторым сообществам растительности определенного ранга присваивается ошибочный класс [2]. Цель работы – геоинформационный анализ состояния и динамики степных экосистем бассейна оз. Байкал по данным вегетационного индекса NDVI с использованием карты растительности, отражающей региональные особенности фитоценотического разнообразия.

Материалы и методы. В качестве исходной информации о пространственно-временном распределении NDVI в период с 2000 по 2022 г. использован продукт MOD13Q1, созданный на основе снимков спекторадиометра MODIS [3]. Данные представлены в виде 16-дневного композита значений NDVI с пространственным разрешением 250 м в синусоидальной проекции. Композиты получены методом максимального значения (Maximum Value Composite – MVC), что позволяет снизить влияние атмосферы, угла обзора и освещения на достоверность данных [4]. Для выявления происходящих процессов в качестве основы использована карта «Растительность» А.В. Белова и соавторов, опубликованная в «Экологическом атласе бассейна оз. Байкал» (2015). Высшую ступень легенды образуют гольцовый (высокогорный), таежный (бореальный) и степной тип растительности. Низший класс легенды – группа формаций [5]. Методика обработки дистанционных данных описана в работе [6]. Сведения о распределении температуры получены по месячным значениям реанализа ERA5 (пространственное разрешение 0,25°) [7], сведения об осадках выбраны из набора данных CRU TS 4.07 (пространственное разрешение 0,5°) [8].

Результаты и обсуждение. Степная растительность в бассейне оз. Байкал занимает обширную территорию площадью 116,895 тыс. км^2 и представлена в 27 категориях легенды карты растительности в составе высокогорных, бореальных и степных типов. Из них 7 групп формаций расположены в России и Монголии, 9 – на российской части, 11 – на монгольской части бассейна.

Получено площадное распределение усредненных максимальных значений NDVI, их коэффициента вариации, а также тренда NDVI в пределах контуров карты растительности *(таблица 1)*.

Среднемаксимальное NDVI высокогорных степей (сочетания травяно-лишайниковых тундр и высокогорных степей) имеет значение 0,68, а кобрезиевые и осоково-кобрезиевые луга и пустоши в сочетании с каменистыми россыпями и фрагментами высокогорных степей – 0,59. В целом гольцовая растительность характеризуются достаточно большим разбросом вегетационного индекса (ВИ). Наименьшие значения свойственны для каменистых тундр и пустошей (0,50), а наибольшие – для дриадово-лишайниковых тундр и альпинотипных и субальпинотипных лугов (0,78). Для указанных степных групп значения тренда NDVI составляют 12,2 и 25,8.

Таблица 1

Среднемаксимальный NDVI, тренд NDVI и коэффициент вариации (CV) по номерам легенды карты «Растительность» [5]

Подтип	Легенда карты растительности бассейна озера Байкал	Кол-во контуров	Площадь (S, км^2)		Ср. макс NDVI	Тренд NDVI, *10^4/год	CV
		Общее Россия / Монголия	$\frac{S_{общ.}}{S_{мин.}-S_{макс.}}$	$S_{Россия}$ / $S_{Монголия}$			
Высокогорный	**8. Травяно-лишайниковые сухие тундры** в средних и нижних частях гольцового пояса и в подгольцах на склонах и россыпях **в сочетании с кустарничково-кладониевыми тундрами и участками кобрезиевых пустошей и высокогорных типчаковых степей** на плоских вершинах и вогнутых склонах с горными тундрово-луговыми почвами	20 20/0	2399,32 3,99-409,6	2399,32 /-	0,68	12,2	19,5
	14. Кобрезиевые и осоково-кобрезиевые луга и пустоши на плоских вершинах хребтов, склонах и днищах незаболоченных лощин **в сочетании с каменисто-щебнистыми россыпями и фрагментами высокогорных степей** на вогнутых склонах и в днищах межгорных понижений с тундрово-луговыми богатыми гумусными почвами	7 0/7	3323,2 4,8-1197,2	- /3323,21	0,59	25,8	14,5
Бореальный	**55. Лиственничные и сосново-лиственничные вейниково-разнотравные леса** в нижних частях южных склонов с дерновыми лесными почвами **местами в сочетании с остепненными травяными лиственничниками и участками степей** на освещенных	5 5/0	1250,56 57,6-589,7	1250,56 /-	0,77	23,3	9,8

Подтип	Легенда карты растительности бассейна озера Байкал	Кол-во контуров	Площадь (S, км^2)		Ср. макс NDVI	Тренд NDVI, *10^4/год	CV
		Общее Россия / Монголия	$\frac{S_{общ.}}{S_{мин.}-S_{макс.}}$	$\frac{S_{Россия}}{S_{Монголия}}$			
	низких склонах и выровненных поверхностях со щебнистыми и каменистыми почвами						
	56. Сосновые с подлеском из спиреи, **кизильника**, **шиповника травяные остепненные леса** на освещенных склонах с песчаными скелетно-каменистыми почвами **в сочетании со степными формациями** по верховьям падей с супесчаными почвами и участками развеваемых песков	9 9/0	2857,87 161,8-626,6	2857,87 /-	0,67	17,3	12,3
Лесостепной	**66. Комплекс лиственничных и березово-лиственничных травяных остепненных лесов и разнотравно-осоково-овсецовых степей** преимущественно на теневых склонах с лугово-лесными глубоко мерзлотными почвами	36 0,3/35,7	14399,76 127,7-964,6	60,47 /14339,3	0,73	34,6	11
	67. Комплекс сосновых и **березово-сосновых ксерофитноразнотравных остепненных лесов и кустарниковых зарослей** на выровненных поверхностях, горных склонах и террасах рек со слабо подзолистыми песчаными почвами	15 0/15	9222,40 158-2044,7	- /9222,4	0,65	33,5	11,7
	68. Комплекс сосновых остепненных редкотравных лесов и степных формаций на выпуклых поверхностях, сухих боровых террасах, сниженных водоразделах и их пологих склонах с мелкими супесчаными или суглинистыми почвами	1 1/0	80,72	80,72 /-	0,76	36,3	16,5
Степной (сухие степи)	**69. Кобрезиево-типчаковые высокогорные степи** на выпуклых поверхностях и каменисто-щебнистых склонах с горными степными бескарбонатными почвами **в сочетании с мохово-лишайниковыми и лишайниково-моховыми тундрами** на понижениях с тундровыми торфянисто-глеевыми почвами	14 0/14	6645,9 148,6-1349	- /6645,94	0,66	28,6	12,6
	70. Разнотравно-дерновиннозлаковые с кустарниками степи на высоких выровненных участках и верхних частях склонов с горными черноземами и темно-каштановыми почвами **в сочетании с разнотравно-овсяницевыми и осоково-овсяницевыми степными сообществами** на хрящевато-каменистых и каменисто-щебнистых склонах	55 0/55	28051 7,8-2306,8	- /28051,5	0,64	31,6	12,2
	71. Разнотравно-вострецово-ковыльные степи по возвышенным равнинам, на освещенных склонах, в остепненных долинах рек по гривам и галечникам с темно-каштановыми легкосуглинистыми с признаками луговости почвами **в сочетании с березовыми и осиновыми травяными остепненными лесами** по северным склонам с дерново-лесными и лугово-лесными глубокомерзлотными почвами	39 0/39	21601 63,4-1725,8	- /21600,7	0,59	30,8	12,2
	72. Разнотравно-овсяницевые и разнотравно-житняково-овсяницевые степи на вершинах водоразделов и хребтов с выходами коренных пород и в верхних частях склонов с горными степными бескарбонатными почвами **в сочетании с кобрезиевыми и осочковыми степями** в котловинах, по долинам рек и распадкам с глинистыми почвами	34 0/34	18746 4,3-2080	- /18745,9	0,62	28,8	12,9
	73. Разнотравно-злаковые степи на каменистых склонах, сложенных кварцево-глинистыми песчаниками **в сочетании с разнотравно-тонконоговыми и овсяницево-вострецовыми степными группировками** на сухих склонах со светлокаштановыми и щебнистыми почвами	4 0/4	4170,1 142-214,9	- /4170,09	0,59	28	12,9
	74. Разнотравно-злаково-ковыльные с кустарниками опустыненные степи на щебнистых склонах, в межгорных долинах и склонах с супесчаными и щебнисто-супесчаными почвами	9 0/9	4730,6 7,99-1578,8	- /4730,59	0,63	31,3	13,4
	77. Ковыльные степи на выровненных участках, пологих склонах, подгорных шлейфах с супесчаными почвами, а также на солонцеватых почвах с тяжелым механическим составом и на делювии известняков и карбонатных пород **в сочетании с житняковыми,**	28 0,3/27,3	12726,92 3,4-1385,9	139,33 /12587,6	0,54	29,8	13

Подтип	Легенда карты растительности бассейна озера Байкал	Кол-во контуров	Площадь (S, км^2)		Ср. макс NDVI	Тренд NDVI, *10^4/год	CV
		Общее Россия / Монголия	$\frac{S_{общ.}}{S_{мин.}\text{-}S_{макс.}}$	$\frac{S_{Россия}}{S_{Монголия}}$			
	вострецовыми и змеевковыми сообществами, местами с фрагментами многокорешковолуковой степи с почвами легкого механического состава						
	78. Вострецовые степи на выровненных и холмистых участках с песчаными или солонцеватыми почвами **в сочетании с тонконогово-овсяницевыми сообществами и пятнами галофитных лугов** на пологих склонах световых экспозиций и по днищам безводных падей с песчаными и супесчаными почвами	2 2/0	1004,17 414,5-589,6	1004,17 /-	0,65	27,6	10,5
	79. Нителистниковые степи на склонах и платообразных вершинных поверхностях, сложенных кварцево-глинистыми песчаниками **в сочетании с зарослями степных кустарников и остепненными лугами** в верхних частях пологих склонов с подвижными песчаными и супесчаными почвами	11 11/0	3644,1 116,3-744,9	3595,17 /-	0,71	29,5	10,9
	80. Караганово-вострецово-ковыльные, **местами ковыльно-карагановые степи** на пологих склонах и увалах с рыхлыми каштановыми и легкими супесчаными почвами **в сочетании с ковыльными и змеевковыми сообществами** по песчаным склонам и высоким надпойменным террасам	14 0/14	12307 331,3-2407	- /12307,1	0,50	25,4	14,7
	81. Разнотравно-ковыльные и злаково-ковыльные местами закустаренные степи на выровненных поверхностях и пологих склонах сопок и холмов с легко супесчаными и легко суглинистыми почвами **в сочетании с разнотравно-овсяницевыми, вострецовыми и змеевковыми степными сообществами** на скалистых и каменистых поверхностях	48 1/47	29646,80 4,2-3803,4	259,24 /29387,6	0,54	28,5	13,5
Степной (луговые степи)	**75. Богаторазнотравно-осоково-мятликовые луговые степи в сочетании с разнотравно-злаковыми лугово-степными сообществами** на пологих освещенных склонах и в межгорных долинах с черноземами и темно-каштановыми почвами	24 0/24	9817,6 4,8-1117,9	- /9817,56	0,63	30,1	12,1
	76. Комплекс сазовых и селитряннополынных степей с галофитными лугами по берегам соленых озер, в притеррасной части степных долин, засоленным днищам безводных падей и микропонижениях с луговыми карбонатными солончковыми почвами	2 0/2	1085,3 275,2-810,1	- /1085,28	0,46	24,6	14,9
	82. Житняковые, ковыльно-житняковые местами разнотравно-овсяницево-житняковые с кобрезией степи на крутых каменистых освещенных склонах, на шлейфах гор и широких понижениях с почвами легкого механического состава **в сочетании с тонконоговыми и крупнотравными степями** по пологим склонам и днищам котловин с хорошим почвенным увлажнением с супесчаными и степными бескарбонатными почвами	8 8/0	2773,3 178,9-614,2	2645,3 /-	0,63	22	12,4
	83. Овсяницевые и мятликовые местами смешанные мелкодерновиннозлаковые с разнотравьем степи на склонах и по днищам котловин с темно-каштановыми и степными бескарбонатными почвами **в сочетании с зарослями степных кустарников**, **кобрезиевников и осочников** на каменистых склонах и скалах с глинистыми почвами	24 18,3/5,7	7429,72 38,7-846,9	309,57 /5417,73	0,59	19,5	12,2
	84. Караганово-волоснецово-житняковые степи на подвижных песках и песчаных почвах **в сочетании с тимьяновыми и типчаковыми сообществами, а также ильмовыми рощами** по склонам, скалам и обрывам с сухими песчано-каменистыми почвами	2 2/0	326,78 163,1-163,7	163,39 /326,78	0,55	17,2	13,5
	85. Полынные и низкоразнотравные литофильные степи на крутых освещенных склонах и выровненных поверхностях с каменисто-щебнистыми почвами **в сочетании с типчаковыми и петрофитноразнотравно-**	13 11/2	5376,32 89,0-1355,8	413,56 /3400,66	0,51	14,5	13,7

Подтип	Легенда карты растительности бассейна озера Байкал	Кол-во контуров	Площадь (S, км^2)		Ср. макс NDVI	Тренд NDVI, *10^4/год	CV
		Общее Россия / Монголия	$\frac{S_{общ.}}{S_{мин.}\text{-}S_{макс.}}$	$\frac{S_{Россия}}{S_{Монголия}}$			
	мелкодерновиннозлаковыми группировками на скалах и каменистых осыпях						
Луга и гидрофильные	**88. Низкотравные частью остепненные луга** в долинах рек по плоским и широким гривам, по днищам падей с пойменно-луговыми супесчаными и суглинистыми почвами **в сочетании с ерниковыми зарослями** по берегам ложбин и водотоков **и кобрезиево-типчаковыми степями** на повышенных участках поймы с галечниковыми и песчаными наносами	7 6/1	8071,56 125,2-5253,2	1153,08 /2818,35	0,56	30,8	12,5
	89. Злаковые и разнотравно-злаковые остепненные луга с тополем и кустами ивы в поймах рек и на прирусловых галечниках с засоленными почвами	5 1/4	2140,93 0,1-1232,2	428,18 /84,20	0,65	33	12
	94. Ирисовые луга на речных террасах и прирусловых участках с суглинистыми почвами **в сочетании с вострецовыми степями и солончаковыми сообществами** в поймах и котловинах соленых озер с хорошо дренируемыми аллювиальными опесчаненными почвами	2 2/0	712,51 320,7-391,8	356,25 /712,51	0,61	5,8	10,9

В пределах бореальных лесов 55 группа формаций содержит участки степей на прогреваемых южных склонах (т.н. убуры) среди лиственничных разнотравных, сосновых остепненных лесов. Здесь NDVI, его тренд и CV равны 0,77; 23,3; 9,8, соответственно. Визуальный анализ класса 56 по снимкам сверхвысокого разрешения показал, что 6 из 7 контуров включают степные сообщества без участия леса. Поэтому данная категория имеет низкие значения индекса – 0,67 и тренда 17,3. Отметим, что для бореальных лесов характерны значения NDVI выше 0,8.

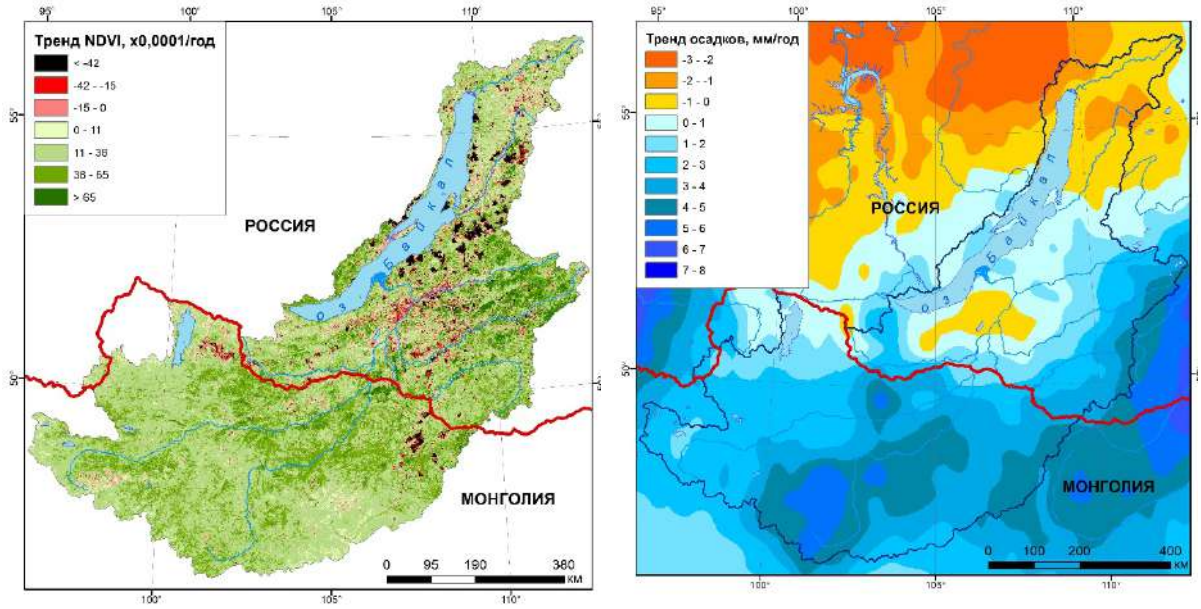
В лесостепных комплексах (66-68) группы формаций 66, 67 расположены на территории Монголии с высокими значениями тренда NDVI вследствие интенсивных лесовосстановительных процессов. Категория 68 с одним контуром, расположенным в Приольхонье, площадью 80,7 км^2, охватывает комплекс остепненных сосновых редкотравных лесов и степных формаций. По разновременным снимкам отмечены постпирогенные сукцессионные стадии, это проявляется в высоком коэффициенте вариации 16,5 и тренде вегетационного индекса 36,3.

Растительность, включенная в категории 69-77, 80, 81, представляет собой степи Монголии. Среднемаксимальные значения ВИ колеблются в пределах 0,59-0,66, с показателями тренда 28-31,6 и коэффициентами вариаций 12,1-13,4. Низкий NDVI (0,46) наблюдается в комплексе сазовых и селитряннополынных степей с галофитными лугами, занимающих днища безводных падей, берега соленых озер. При среднем тренде 24,6 попиксельный анализ выявил значительный разброс тренда: старицы рек Тола и Харухын имеют положительные тенденции, а днища пересыхающего оз. Их-Цаган, покрытые галофитными лугами – отрицательные. Коэффициент вариации – 14,9. Отметим, что группы формаций ковыльных (77) и разнотравно-ковыльных степей (81) имеют практически одинаковые показатели значения ВИ 0,54, тренда 28,5-29,8 и коэффициента вариации 13-13,5.

Сухие и луговые степи категорий 78, 79, 82-85 расположены в российской части бассейна. Среднемаксимальные значения NDVI колеблются в пределах 0,51-0,65. Выбиваются из данного ряда нителистниковые степи в сочетании с зарослями степных кустарников и остепненными лугами (79) со среднемаксимальными значениями 0,71. Детальное обследование показало, что половина площади этой категории занята экспозиционными и высотными лесостепями, а другая часть – лесными массивами. Самыми низкими показателями ВИ (0,51) ожидаемо отличаются полынные и низкотравные литофильные степи категории 85, поскольку имеют петрофитный облик. Однако коэффициент вариации также выше, чем у других степей 13,7. При детальном рассмотрении выявлено, что в 11 контурах расположены сельскохозяйственные земли, частично распахиваемые под посевы, часть представляет собой залежи, используемые в качестве сенокосных угодий.

NDVI луговых и гидрофильных сообществ составляют 0,61 (группа формаций 94) и 0,65 (89). Категория 88 имеет более низкие значения индекса – 0,56, поскольку она наиболее близка к степным формациям. У ирисовых лугов (94) одни из самых низких трендов – 5,8.

В целом пространственный анализ карты трендов NDVI показал преобладание положительных трендов для степей Монголии. В России ситуация иная – негативная динамика степных сообществ характерна в долинах рек Уда и Баргузин, Иволгинской, Убукунской котловинах, в южной части Гусиноозерской и на западе Тугнуйской котловины, на о. Ольхон и в Приольхонье. Данное различие обусловлено динамикой осадков: отрицательные тенденции ВИ наблюдаются для территорий с отрицательным трендом осадков, а их увеличение вызывает рост NDVI *(рисунок 1)*. Степная растительность характеризуется неоднородным распределением трендов NDVI по сезонам: весной тренд положительный, но выражен слабо. Летом в монгольской части бассейна тренд положительный для степей предгорий, возвышенных равнин и мелкосопочников, а осенью – для центральной части бассейна. В летнее время происходит заметное увеличение доли отрицательных трендов, отмеченных в российской части бассейна.



а б

Рисунок 1. Тренды NDVI (а) и осадков (б) в бассейне оз. Байкал с 2000 по 2022 г.

В результате работы дана оценка закономерностей распределения вегетационного индекса NDVI в бассейне оз. Байкал с применением геоинформационных методов. Использование в качестве основы геоботанической карты, отражающей региональные особенности растительности, позволило сопоставить таксационные единицы и многолетние значения NDVI. Отметим, что полученная пространственная картина среднемаксимальных NDVI, их трендов и коэффициента вариации отражает усредненные показатели, и внутри контуров они могут иметь разные значения. В результате случайного попадания соседних формаций, негативных процессов, связанных с нарушением растительности – пожары, усыхание, антропогенная деятельность, а также структурной неоднородности растительности. Тем не менее, несомненным преимуществом данного подхода является непрерывность ряда спутниковых снимков, широкий пространственно-временной охват и его эффективность при региональной оценке состояния и динамики растительного покрова.

Результаты детального анализа полезны для составления актуальных крупномасштабных карт растительности и разработке мероприятий против процессов деградации и опустынивания.

Исследование выполнено за счет средств государственного задания БИП СО РАН №АААА-А21-121011990023-1.

Список литературы

1. Чибилев А.А. История и современное состояние заповедного дела в России // Вестник Российской академии наук. 2017. Т. 87, № 3. С. 231-241.

2. Mistry M.N., Schneider R., Masselot P. et al. Comparison of weather station and climate reanalysis data for modelling temperature-related mortality // Scientific Reports. 2022. Vol. 12. P.5178.

3. Didan K. MODIS/Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m SIN Grid V061. 2021, distributed by NASA EOSDIS Land Processes Distributed Active Archive Center.

4. Brent N. Holben Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data // International Journal of Remote Sensing. 1986. Vol. 7(11). P. 1417-1434.

5. Белов А.В., Соколова Л.П., Лопаткин Д.А., Тувшинтогтох И. Растительность // Экологический атлас бассейна озера Байкал. Карта 1:5000000 Мб. Иркутск: Ин-т географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. С. 38-40.

6. Содномов Б.В., Аюржанаев А.А., Цыдыпов Б.З., Гармаев Е.Ж. Алгоритм оценки долговременных вариаций MODIS NDVI // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. 2018. Т. 11, № 1. С. 61-68.

7. Hersbach H et al. The ERA5 global reanalysis // Q J R Meteorol Soc. 2020. Vol. 146. P.1999-2049.

8. Harris I., Osbon T.J., Jones P. et al. Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset // Scientific Data. 2020. Vol. 7. P. 109.

УДК 502/504
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-80-87

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ, ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ И ЗАСУХ В КОНТЕКСТЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КБО ООН (30 ЛЕТ РАЗВИТИЯ)

MODERN ISSUES OF DESERTIFICATION, LAND DEGRADATION AND DROUGHT IN THE CONTEXT OF THE UNCCD (30 YEARS OF DEVELOPMENT)

Андреева О.В., Дементьева Н.А.
Andreeva O.V., Dementieva N.A.

Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием, Бонн, Германия
UN Convention to Combat Desertification, Bonn, Germany

E-mail: oandreeva@unccd.int

Аннотация. В докладе рассмотрены основные направления, решаемые в рамках научной поддержки деятельности Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием: глобальный обзор земельных ресурсов земель, достижение нейтрального баланса деградации земель, концепция устойчивого землепользования, развитие систем устойчивого планирования землепользования и интегрированного управления ландшафтами, прогноз и управление рисками засух, пыльные и песчаные бури. Описаны основные задачи этих направлений, имеющиеся подходы и механизмы, помогающие на современном уровне оценивать неблагоприятные явления и процессы, связанные с деградацией земель, и управлять ими через принятие необходимых решений на глобальном, региональном, национальном и местном уровнях.
Ключевые слова: конвенция, КБО ООН, опустынивание, деградация земель, засуха.

Abstract. The report examines the main areas being addressed within scientific support for the activities of the UN Convention to Combat Desertification: global land outlook, achieving land degradation neutrality, the concept of sustainable land management, planning sustainable land use systems and integrated landscape management, forecasting and management of drought risks, dust and sand storms. The main objectives of these topics, available approaches and tools that help at the modern level to assess adverse phenomena and processes are described. This assist in managing land degradation through making the necessary decisions at the global, regional, national and local levels.
Key words: convention, desertification, land degradation, drought.

Введение. В 2024 году отмечается 30-я годовщина Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (КБО ООН). Конвенция была принята 17 июня 1994 года Межправительственным комитетом по ведению переговоров в целях разработки международной конвенции по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьезную засуху и/или опустынивание, особенно в Африке (учрежден резолюцией 47/1883 Генеральной Ассамблеи от 22 декабря 1992 года) [1].

Важнейшая роль КБО ООН определяется прежде всего масштабами процессов опустынивания и деградации земель в мире, где на долю засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районов в совокупности приходится значительная доля поверхности суши Земли и они являются средой обитания и источником средств к существованию для значительной доли ее населения.

Согласно статье 1 Конвенции [2], опустынивание означает деградацию земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая изменение климата и деятельность человека. Деградация земель означает снижение или потерю биологической и экономической продуктивности и сложной структуры богарных пахотных земель, орошаемых пахотных земель или пастбищ, лесов и лесистых участков в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате землепользования или действия одного или нескольких процессов, в том числе связанных с деятельностью человека и структурами расселения, таких, как

– ветровая и/или водная эрозия почв;
– ухудшение физических, химических и биологических или экономических свойств почв;
– долгосрочная потеря естественного растительного покрова.

Будучи одной из одной из трех Конвенций Рио-де-Жанейро, наряду с Конвенциями по изменению климата и сохранению биологического разнообразия, КБО направлена на решение наиболее острых и взаимосвязанных проблем современности, включая изменение климата,

утрату биоразнообразия, продовольственную и водную безопасность *(рисунок 1)* [3] – закладывая таким образом основу обеспечения здоровой планеты для будущих поколений.



Рисунок 1. Взаимосвязь Рио-конвенций в области сохранения земельных ресурсов.

Как отмечается во Всемирном обзоре по состоянию земель [4], нагрузка на земельные ресурсы во всем мире в настоящее время выше, чем в любой другой период истории человечества. Главным образом, это растущая конкуренция между спросом на товары и услуги, приносящие пользу людям (такие как продовольствие, вода и энергия), и необходимостью защиты других экосистемных услуг, регулирующих и поддерживающих жизнь на Земле. Определяя возможные будущие сценарии изменения окружающей среды для достижения безопасного будущего, подчеркивается необходимость перехода от «эры расхищения» к «эре уважения».

В настоящее время Рамочная стратегия КБО ООН на период 2018-2030 гг. [5] предусматривает выполнение следующих основных целей:

1. Улучшить состояние затронутых экосистем, бороться с опустыниванием/деградацией земель, содействовать устойчивому управлению земельными ресурсами и способствовать достижению нейтрального баланса деградации земель.
2. Улучшить условия жизни пострадавшего населения.
3. Смягчить последствия засухи, адаптироваться к ним и управлять ими в целях повышения устойчивости уязвимых групп населения и экосистем.
4. Добиться глобальных экологических выгод за счет эффективного осуществления КБО ООН.
5. Мобилизовать существенные и дополнительные финансовые и нефинансовые ресурсы для поддержки осуществления Конвенции путем построения эффективных партнерских отношений на глобальном и национальном уровне.

Для научного обоснования и поддержки выполнения целей и осуществления задач Конвенции научным сообществом признаются в качестве основных следующие концепции и направления исследований:

1. Глобальный обзор земельных ресурсов земель.
2. Достижение нейтрального баланса деградации земель.
3. Концепция устойчивого землепользования.
4. Развитие систем устойчивого планирования землепользования и интегрированного управления ландшафтами.
5. Засухи.
6. Пыльные и песчаные бури.

Основная часть. Глобальный обзор по состоянию земель. Глобальный обзор земельных ресурсов (Global Land Outlook) *(рисунок 2)* является одной из ведущих обзорных публикаций, изданных под эгидой КБО ООН. В тематических изданиях GLO подчеркивается, что опустынивание, деградация земель и засуха являются глобальными проблемами, которые тесно связаны с продовольственной безопасностью, миграцией и занятостью.

Первый выпуск издания состоялся в 2017 году [4]. В обзоре приводятся данные по беспрецендентным масштабам нагрузки на земельные ресурсы во всем мире. При этом потепление, изменение характера распределения количества осадков и усиление нехватки воды из-за изменения климата влияют на пригодность общирных регионов для производства продуктов питания и проживания людей. Анализ сценариев, проведенный для данного «Обзора», позволяет оценить ряд возможных вариантов для обеспечения безопасного будущего и проектов, принимающих в расчет рост противоречий между необходимостью увеличения производства продовольствия и энергии и продолжающимся сокращением биологического разнообразия и экосистемных услуг.



Рисунок 2. Издания Глобального обзора состояния земель (2017-2022), КБО ООН.

Во втором издании Глобального обзора земельных ресурсов (GLO2) [6], «Восстановление земель для повышения устойчивости», приводятся научное обоснование и перечислены необходимые условия и различные пути, с помощью которых землепользователи могут разработать и реализовать программы восстановления земель. Согласно Обзору, восстановление земель – это процесс предотвращения, сокращения и обращения вспять процесса деградации земель в целях восстановления биоразнообразия и экосистемных услуг, обеспечивающих поддержание всей жизни на Земле. Под восстановлением земель понимается регенеративный процесс на основе целого ряда методов управления земельными и водными ресурсами в сельском и лесном хозяйстве, адаптированных к местным условиям и общественным предпочтениям и применяемых для сохранения экосистем и устойчивого управления ландшафтами.

Достижение нейтрального баланса деградации земель. В 2015 году Генеральная Ассамблея ООН провозгласила Повестку дня – 2030 «Цели устойчивого развития на период до 2030 года» (ЦУР), содержащую ряд целей устойчивого развития, направленных на рациональное использование природных ресурсов. В частности, цель 15: «Защита и восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение

процесса утраты биоразнообразия». Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием является основным агентством по выполнению задачи ЦУР 15.3. [7] – «Вести борьбу с опустыниванием, к 2030 году восстановить деградировавшие земли и почвы, включая земли, затронутые опустыниванием, засухами и наводнениями, и стремиться к тому, чтобы во всем мире не ухудшалось состояние земель».

Статистическая комиссия ООН официально утвердила глобальный индикатор для мониторинга этой задачи: доля деградированных земель от их общей площади [7]. КБО ООН развивает подходы к оценке деградации земель на основе концепции нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) и широко освещает вклад устойчивого управления земельными ресурсами в успешную адаптацию к изменению климата и смягчение его последствий [8].

В настоящее время концепция НБДЗ является одной из главных миссий Конвенции, обозначив в 2013 году на 11 конференции сторон (COP 11) в Виндхуке (Намибия) необходимость разработки научно-обоснованного определения НБДЗ и приняв это определение на 12 конференции сторон в Анкаре (Турция) в 2015 году: «Нейтральный баланс деградации земель – это такое состояние, при котором объем и количество земельных ресурсов, необходимых для поддержания экосистемных функций и услуг и усиления продовольственной безопасности, остаются стабильными или же увеличиваются в конкретно определенных временны́х и пространственных масштабах и экосистемах» [9]. Активное научное развитие концепции во всем мире показывает, что классические парадигма «опустынивания» сменяется про-активными действиями, направленными в первую очередь на недопущение процессов деградации земель. Согласно иерархии откликов [4], предотвращение деградации является самой приоритетной задачей, за которой следует снижение деградации и, наконец, обращение вспять деградации *(рисунок 3)*.



Рисунок 3. Иерархия откликов на процессы деградации земель.

Для расчета показателя ЦУР 15.3.1. и оценки доли деградированных земель КБО ООН предлагает использовать Руководство по лучшим практикам [10]. Оценка доли деградированных земель проводится с использованием 3х базовых индикаторов – динамика изменений наземного покрова, динамика продуктивности земель, динамика запасов почвенного органического углерода. При этом странам предлагается использовать дополнительные индикаторы, которые позволяют уточнить данные глобальной оценки. Этот инструмент позволяет не только определять горячие точки деградации земель, но и создавать национальные системы мониторинга состояния земель и принятия решений.

Эти три индикатора требуют совместного рассмотрения для определения возможности достижения НБДЗ на определенной территории: только те земельные участки или территории соответствуют состоянию НБДЗ, где ни один из индикаторов за выбранный промежуток времени не показывает ухудшения.

Поскольку в разных странах подходы для определения доли деградированных земель зачастую сильно различаются, то для обеспечения сопоставимости результатов на глобальном уровне КБО ООН инициировала разработку специальных расчетных модулей «Тренды. Земля» (ТЗ) [11], на базе геоинформационного обеспечения Quantum-GIS, использующих материалы глобальных баз данных, включая данные постоянного мониторинга Земли из космоса. Данные предоставляются бесплатно, открыты для всех пользователей и используются странами для подготовки национальных добровольных отчетов в рамках процесса КБО ООН. Результаты очередного раунда отчетности КБО ООН, завершившегося в 2022 г., представлены на вновь специально разработанной платформе КБО ООН – Портал данных [12]. Портал не только демонстрирует масштабы деградации земель во всем мире, но также приводит оценки риска засух и количеству населения, подверженному деградации земель и засухам. Портал дает возможность оценить взаимосвязь уровня деградации земель с сопутствующими индикаторами ЦУР: так, например, приводится связь деградации земель и состоянием биоразнообразия, уровнем бедности населения, и доступностью водных ресурсов.

Концепция устойчивого землепользования. В свете Десятилетия ООН по восстановлению экосистем (2021-2030), подчеркивается ведущая роль практик устойчивого землепользования в восстановлении и поддержании «здоровья» в каждой из восьми рассматриваемых экосистем – сельскохозяйственные угодья, луга, леса, горы, пресноводные ресурсы, городские районы, торфяники, океаны и прибрежные районы. Основные пути при этом: борьба с деградацией земель, улучшение производства и обеспечение средств к существованию при одновременном получении многочисленных экологических сопутствующих выгод. В рамках КБО ООН, развитие концепции устойчивого землепользования напрямую связано с подходами нейтрального баланса деградации земель. Согласно [8], применение практик устойчивого землепользования является основным инструментом достижения НБДЗ. В тематической серии докладов Механизма научно-политического взаимодействия КБО ООН (SPI UNCCD) было показано [13, 14, 15], что потенциальные преимущества внедрения технологий и практик УЗП для одновременного решения проблем опустынивания, деградации земель и засух (ОДЗЗ), адаптации к изменению климата и смягчения его последствий зачастую достигают и других сопутствующих выгод, таких как повышение биоразнообразия и сохранение качества почвенных и водных ресурсов. Подходы УЗП применимы для любых экосистем и типов земель, что подтверждается многочисленными успешными практиками устойчивого землепользования по всему миру [13, 16].

Основной базой данных по подходам и технологиям устойчивого землепользования, рекомендованной КБО ООН является глобальная платформа WOCAT [16]. В базе данных WOCAT на сегодняшний день задокументировано более 1500 успешных практик, применяемых по всему миру, что позволяет распространить успешный опыт среди землепользователей разных стран.

Особое внимание КБО ООН уделяет развитию подходов комплексного планирования землепользования (sustainable land use systems). В контексте КБО ООН это означает поиск баланса между экономическими, социальными и культурными возможностями, предоставляемыми землями, и необходимостью поддержания и расширения экосистемных услуг, обеспечиваемых за счет наземного природного капитала. Этот подход требует координации, планирования и управления во всех секторах, связанных с земельными ресурсами и их использованием в рамках пространственной административной или географической единицы (например, водосборного бассейна, региона и/или страны). Цель заключается в определении сочетания видов землепользования, которые могут удовлетворить потребности всех заинтересованных сторон при сохранении ресурсов на будущее [17].

В настоящее время ведущие ученые и эксперты Механизма научно-политического взаимодействия разрабатывают научное обоснование *систем* планирования устойчивого землепользования и их потенциале в плане решения проблем опустынивания/деградации земель и засухи при одновременном содействии достижению многочисленных целей устойчивого развития с учетом экологических аспектов, экономических и социально-культурных условий.

Прогноз и управление рисками засухи. Засуха, наряду с деградацией земель, является одной из основных причин снижения продовольственной и водной безопасности в мире, оказывая воздействие на сельскохозяйственное производство и доступ к продовольствию и воде. Согласно КБО ООН, засуха – это природное явление, возникающее в случае, когда количество осадков значительно ниже нормальных, обычно наблюдаемых уровней, что вызывает серьезное нарушение гидрологического равновесия, неблагоприятно сказывающегося на системах

производства, использующих земельные ресурсы [2]. Под управлением риском засухи подразумевается процесс сбора данных и информации для анализа и оценки рисков, изучение имеющихся вариантов действий и принятие, внедрение и последующий пересмотр решений в целях сокращения, контроля, принятия или перераспределения рисков засухи. Это непрерывный процесс анализа, корректировки и адаптации политики и мер по снижению риска засухи, включая снижение уязвимости и повышение устойчивости к угрозам. УРЗ направлено на формирование общества, устойчивого к засухе, за счет снижения ее риска и развития экологических, социальных и экономических возможностей в текущий момент и в долгосрочной перспективе. Необходимо учитывать, что риски не могут быть устранены полностью и что их снижение может осуществляться в ущерб достижению других социальных целей [18].

Усилению роли действий в области землепользования в снижении рисков и последствий засухи посвящен доклад Механизма научно-политического взаимодействия «Земля и Засуха: Взаимосвязь» [19]. Показано, что засухи усугубляют деградацию земель, например, за счет усиления песчаных и пылевых бурь. С другой стороны, деградация земель может также усилить дефицит водных ресурсов и повысить уязвимость к засухам. В докладе предлагается новая концепция «эффективного землепользования в условиях засухи» (ЭЗ УЗ) приводятся основные рамочные принципы анализа и оценки объема, масштаба и методологии ЭЗ УЗ в рамках технологий устойчивого землепользования / управления земельными ресурсами.

Для решения проблем, связанных с деградацией земель и засухами, КБО ООН разрабатывает стратегии по управлению рисками засух. Совместно с партнерами был разработан специальный Модуль по засухам [20], который включает инструменты и данные для мониторинга и раннего предупреждения засух, оценке риска и уязвимости к засухам, и мерам по снижению рисков засухи. Этот Модуль предоставляет сторонам, заинтересованным в борьбе с засухой, беспрепятственный доступ к инструментам, тематическим исследованиям и другим ресурсам в поддержку разработки Национальных планов по борьбе с засухой с целью повышения устойчивости населения и экосистем к засухе.

Пыльные и песчаные бури. Как отмечается в Компендиуме КБО ООН по пыльным и песчаным бурям, за последние годы в ряде регионов мира частота ППБ резко возросла. Считается, что свою роль в этом играют антропогенное изменение климата, опустынивание, деградация земель и засуха.

ППБ состоят из минеральной пыли, поднимаемой в атмосферу с поверхности Земли в результате механического процесса, связанного с ветром. В большинстве случаев минеральная пыль считается пылью природного происхождения, если она образуется в засушливых и полузасушливых регионах с редкой растительностью, и антропогенного происхождения, если к выбросу пыли непосредственно приводит деятельность человека.

В очагах возникновения ППБ приводят к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, гибели домашнего скота и утрате плодородного поверхностного слоя почв. В районах выпадения осадков атмосферная пыль, особенно в сочетании с местным промышленным загрязнением окружающей среды, может вызвать или усугубить проблемы со здоровьем, например, способствовать распространению респираторных заболеваний. ППБ могут вызывать значительные трансграничные последствия на расстоянии тысяч километров от места своего происхождения.

Исходя из Основ пропаганды политики по борьбе с песчаными и пыльными бурями КБО ООН [21], действия, направленные на снижение ущерба от ППБ, подразделяются на две категории: устранение причин их возникновения и смягчение их последствий. В своей совокупности мероприятия по устранению причин возникновения и смягчению последствий ППБ являются составной частью всеобъемлющего подхода к управлению потенциальными рисками, связанными с ППБ, на любом уровне от местного до глобального.

КБО ООН разрабатывает рамочную стратегию по пыльным и песчаным бурям, которая включает:

1. Оценку рисков возникновения ППБ и их картирование.
2. Прогнозирование ППБ.
3. Снижение рисков возникновения и устранение антропогенных источников ППБ.
4. Оценку экономического ущерба от ППБ.
5. Влияние ППБ на здоровье человека.
6. Разработка системы раннего предупреждения ППБ.
7. Смягчение последствий песчаных и пылевых бурь.

Заключение. КБО ООН предоставляет значительное количество разнообразных современных наукоемких разработок, помогающих странам, регионам, отдельным пользователям оценивать, прогнозировать и разрабатывать меры противодействия разным неблагоприятным процессам и явлениям, ведущим к деградации земель, а также способствующие восстановлению ранее нарушенных наземных экосистем. Вместе с тем, эти подходы находятся на разном уровне развития и разработки. Некоторые пока находятся на стадии идеи/концепции, которая нуждается в серьезной научной апробации, другие уже широко признаны международным сообществом, имеют конкретные практические приложения, но их возможности еще не освоены учеными и практику в полную силу. Для достижения лучших результатов Секретариат КБО ООН призывает страны – участницы конвенции к более широкому внедрению уже существующих подходов, разработке и введению соответствующих тематических курсов в программы университетов и повышения квалификации профессиональных кадров, способствовать обмену знаниями и опытом на международном и местном уровне.

Список литературы

1. Resolution adopted by the General Assembly. URL: https://treaties.un.org/doc/source/docs/A_RES_47_188-Eng.pdf (дата обращения: 19.02.2024).
2. Статья 1 Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (КБОООН), 1994 г. URL:http://catalogue.unccd.int/936_UNCCD_Convention_ENG.pdf (дата обращения: 19.02.2024).
3. Kust G. Operationalizing Land Degradation Neutrality at the crossroads of Rio conventions and Development Agenda. Global Soil Week. Berlin, April 2015.
4. Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием, 2017. Глобальная перспектива, первое издание. Бонн, Германия.
5. Будущая рамочная стратегия Конвенции. Решение 7/COP.13. URL: https://www.unccd.int/sites/default/files/2022-02/cop21add1_SF_RU.pdf (дата обращения: 19.02.2024).
6. United Nations Convention to Combat Desertification, 2022. The Global Land Outlook, second edition. UNCCD, Bonn.
7. SDG Indicators. Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development, 2020.
8. Orr B.J., Cowie A.L., Castillo Sanchez V.M., Chasek P., Crossman N.D., Erlewein A., Louwagie G., Maron M., Metternicht G.I., Minelli S., Tengberg A.E., Walter S., Welton S. Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany, 2017. 129 p.
9. UNCCD, 2016. Land Degradation Neutrality: The Target Setting Programme. 20 p.
10. Sims, N.C., Newnham, G.J., England, J.R., Guerschman, J., Cox, S.J.D., Roxburgh, S.H., Viscarra Rossel, R.A., Fritz, S. and Wheeler, I. 2021. Good Practice Guidance. SDG Indicator 15.3.1, Proportion of Land That Is Degraded Over Total Land Area. Version 2.0. United Nations Convention to Combat Desertification, Bonn, Germany. URL: https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2021-03/Indicator_15.3.1_GPG_v2_29Mar_Advanced-version.pdf (дата обращения: 19.02.2024).
11. Trends Earth. URL: https://docs.trends.earth/ru/latest/ (дата обращения: 19.02.2024).
12. UNCCD Data Dashboard. URL: https://data.unccd.int/ (дата обращения: 19.02.2024).
13. Sanz M.J., Vente J. de, Chotte J.-L. et al. Sustainable Land Management contribution to successful land-based climate change adaptation and mitigation // A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). Bonn, 2017.
14. Chotte J.L., Aynekulu E., Cowie A. et al. Realising the Carbon Benefits of Sustainable Land Management Practices: Guidelines for Estimation of Soil Organic Carbon in the Context of Land Degradation Neutrality Planning and Monitoring // A report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD. Bonn, 2019. URL: https://catalogue.unccd.int/1209_UNCCD_SPI_2019_Report_1.1.pdf (дата обращения: 19.02.2024).
15. Critchley W., Harari N., Mekdaschi-Studer R. Restoring Life to the Land: The Role of Sustainable Land Management in Ecosystem Restoration. 2021. URL: https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2021-10/211018_RestoringLifetotheLand_Report%20%282%29.pdf (дата обращения: 19.02.2024).
16. WOCAT. URL: https://www.wocat.net/en/about-wocat/ (дата обращения: 19.02.2024).
17. Verburg P.H., Metternicht G., Aynekulu E., Deng X., Herrmann S., Schulze K., Akinyemi F., Barger N., Boerger V., Dosdogru F., Gichenje H., Kapović-Solomun M., Karim Z., Lal R., Luise A., Masuku B.S., Nairesiae E., Oettlé N., Pilon A., Raja O., Ravindranath N.H., Ristić R., von Maltitz G. The Contribution of Integrated Land Use Planning and Integrated Landscape Management to Implementing Land Degradation Neutrality: Entry Points and Support Tools. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany, 2022.

18. КБОООН, 2018 г. Руководство по составлению докладов в рамках процесса отчетности КБОООН на 2017-2018 гг. URL: https://prais.unccd.int/sites/default/files/helper_documents/2-Manual_RU.pdf (дата обращения: 19.02.2024).

19. Reichhuber A., Gerber N., Mirzabaev A. et al. The Land-Drought Nexus: Enhancing the Role of Land-Based Interventions in Drought Mitigation and Risk Management // A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). Bonn, Germany, 2019. URL: https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/2019-08/03EP_UNCCD_SPI_2019_Report_2.pdf (дата обращения: 19.02.2024).

20. UNCCD Drought Toolbox. URL: https://www.unccd.int/land-and-life/drought/toolbox (дата обращения: 19.02.2024).

21. Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (КБО ООН). 2022. Компендиум по песчаным и пыльным бурям: резюме для лиц, принимающих решения. Бонн, Германия. URL: https://www.unccd.int/sites/default/files/2022-05/1871_Summary%20for%20Decision%20Makers_RU%20web_0.pdf (дата обращения: 19.02.2024).

УДК 502.3
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-88-95

К ВОПРОСУ О ПРИНИМАЕМЫХ И РЕАЛИЗУЕМЫХ МЕРАХ ПО СПАСЕНИЮ РЕКИ УРАЛ

ON THE ISSUE OF MEASURES TAKEN AND IMPLEMENTED TO SAVE THE RIVER URAL

Андреева О.А., Доскулова А.А
Andreeva O.A., Doskulova A.A

Оренбургский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Московский государственный юридический университет имени О.Е. Кутафина (МГЮА)», Оренбург, Россия
Orenburg Institute (branch) of the Moscow State Law University named after O.E. Kutafin (MGUA), Orenburg, Russia

E-mail: andreeva2259@gmail.com, asem.doskulova@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблематика сохранения экологического баланса на территории Оренбургской области путем принятия и осуществления мер по защите реки Урал от загрязнения и уничтожения естественной среды обитания животных и растительности. Авторы анализируют текущее состояние реки Урал, выделяют основные источники загрязнений и конкретные шаги по спасению реки Урал. Авторы обращаются к необходимости разработки программ по очистке водоёмов, созданию особо охраняемых территорий, повышению уровня эколого-образовательной работы среди населения и т. д. Статья представляет интерес как для специалистов в области экологии и природопользования, так и для широкой общественности, заинтересованной в сохранении чистоты и красоты природы своего региона.
Ключевые слова: река Урал, водные ресурсы, загрязнение, сточные воды, экосистема, программы.

Abstract. The article discusses the problems of preserving the ecological balance in the Orenburg region by taking and implementing measures to protect the Ural River from pollution and destruction of the natural habitat of animals and vegetation. The authors analyze the current state of the Ural River, identify the main sources of pollution and specific steps to save the Ural River. The authors address the need to develop programs to clean up reservoirs, create specially protected areas, increase the level of environmental and educational work among the population, etc. The article is of interest both to specialists in the field of ecology and nature management, and to the general public interested in preserving the purity and beauty of the nature of their region.
Key words: Ural River, water resources, pollution, wastewater, ecosystem, programs.

Введение. Урал – это река длиной 2428 км, которая протекает через Россию и Казахстан вдоль континентальной границы между Европой и Азией. Экологическая обстановка на реке Урал с каждым годом ухудшается все больше и больше. Третья по протяженности река Европы мелеет на глазах, теперь ее можно в некоторых местах нашей области не переплыть, а перейти. Река Урал страдает от серьезных проблем загрязнения, которые негативно влияют на ее экосистему и жизнь местного населения. Вместе с тем, эта проблема имеет важное глобальное значение, ведь река Урал является границей между двумя государствами и вливается в Каспийское море.

В 2019 году международная геодезическая организация присвоила Уралу пятый, самый последний уровень загрязнения, фактически признав его непригодным для использования человеком. А по данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды РФ» Урал в 2021 году оказался на 6 месте из ТОП-10 самых загрязнённых рек России.

Проблемы реки Урал типичны для российских речных бассейнов. Они обусловлены комплексом естественных, антропогенных и техногенных процессов, которые назревали постепенно и особенно интенсивно в период экономических преобразований в стране и области, ввиду чего на протяжении многих лет остаются актуальными в России. Множество ученых в стране выразили свое мнение по данному вопросу, привлекая внимание к серьезным последствиям загрязнения и необходимости разработки действенных мер для его предотвращения.

Одно из основных мнений, выдвинутых учеными, заключается в том, что загрязнение реки Урал имеет прямую связь с промышленной деятельностью в регионах, которые она

омывает. Крупные предприятия, осуществляющие добычу и переработку полезных ископаемых, являются источником выбросов вредных веществ, включая тяжелые металлы, нефтепродукты и химические соединения. Такие загрязнения приводят к серьезному ухудшению качества воды и вредным последствиям для экосистемы реки.

Это обусловлено тем, что к бассейну реки Урал приурочено 7 крупнейших промышленных центров Оренбуржья [1]:

- поверхностный водозабор Ириклинской ГРЭС;
- ООО «ГАЙСКИЙ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ»;
- ПАО «КОМБИНАТ ЮЖУРАЛНИКЕЛЬ»;
- ПАО «Орскнефтеоргсинтез»;
- ООО «Уральская сталь»;
- ООО «ОРЕНБУРГ ВОДОКАНАЛ».

С целью осуществления металлообрабатывающей, нефтеперерабатывающей и горноперерабатывающей, химической, горнодобывающей сфер промышленности, сельскохозяйственной деятельности, объектами водопользователями Оренбургской области ежегодно из бассейна реки Урал производится забор воды в объеме до 1786,5 млн м^3, что составляет 97,5% от общего количества отбора воды в целом по области. Их сточные воды приносят в воды Урала огромное количество химикатов (медь, цинк, марганец, железо), которые загрязняют реку. Чрезмерное использование химических удобрений, пестицидов и гербицидов ведет к загрязнению промежуточных водотоков, которые попадают в Урал, ухудшая его экологическую ситуацию. Результаты исследований ученых подтверждают наличие в высоких концентрациях таких опасных веществ, как нефтепродукты, тяжелые металлы, хлорорганические соединения и различные токсины.

Стоит заметить, что лишь 20 процентов предприятий на Урале проводит полноценную очистку воды. Нерегулируемое сбросы промышленных отходов в реку, содержащих химические соединения и токсичные вещества, серьезно угрожает ее экологическому равновесию, уровень загрязнения реки сопоставим с другими крупными загрязненными реками мира, такими как Янцзы и Ганг.

Марк Цинберг, доктор медицинских наук, академик РАЕН: «По некоторым показателям, загрязнение воды в реке Урал усиливается. Это касается комплексного загрязнения воды, который по всем показателям считается как общий критерий. Это нефтепродукты, взвешенные вещества, тяжелые металлы». Также Марк Беньяминович отметил, что лишь 2% всей использованной воды проходит обработку очистных сооружений. Сточные воды населенных пунктов и даже некоторых промышленных предприятий области поступают в реку и губят ее самоочищающиеся способности [2].

Известны лишь предварительные, очень неточные, подсчеты объема промышленного загрязнения, которые были обнародованы в 2017 году в специальном докладе предварительных результатов исследований реки Урал казахстанско-российской группы ученых. Отчет подготовлен на основе материалов, подготовленных экспертами из Казахстана (Кеншимов А.К., Шортанбаев М.) и Российской Федерации (Нестеренко Ю.М., Левыкин С.В.) под общей редакцией Ахметова С.К. В этом докладе говорится: «В бассейне Урала скопилось 20 млрд тонн промышленных отходов. В указанную сумму входят и отходы обогатительных фабрик, и вскрышные, и вмещающие породы. Тысячи гектаров земель отведены под полигоны и свалки для хранения промышленных отходов» [3].

Также следует не забывать об естественных причинах истощения реки Урал в виде механических процессов разрушения русла, происходящие в результате непрерывного течения поверхностных вод. Из-за этого разрушаются берега, заиливаются русла реки и изменяются её стоковые характеристики, влекущие за собой системные экологические изменения.

Еще одна причина более глобальна и заключается в изменении климата в целом. Поскольку Урал питается в основном снегом, выпадающим в горах, откуда река берет начало, теплые зимы и, как следствие, уменьшение количества снега стало еще одним фактором, влияющим на обмеление Урала.

Другое мнение ученых связано с отсутствием эффективного мониторинга и контроля за загрязнением реки Урал. Недостаточность специализированных лабораторий и технических средств наблюдения не позволяет в полной мере изучить состояние воды и отследить источники загрязнения. Это усложняет разработку и внедрение соответствующих предотвращающих мер и контроль за их выполнением, что затрудняет устранение проблемы загрязнения реки Урал.

Основная часть. Чтобы исправить критическую ситуацию реки Урал существует ряд основополагающих актов, носящих межгосударственный характер, которые направлены на достижение целей сохранения водных ресурсов трансграничных рек, к числу которых относятся следующие:

– Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов от 07.09.2010 г. [4];

– Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан по сохранению экосистемы бассейна трансграничной реки Урал от 04.10.2016 г. [5];

– Программа российско-казахстанского сотрудничества по сохранению и восстановлению экосистемы бассейна трансграничной реки Урал на 2021-2024 годы.

Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан по сохранению экосистемы бассейна трансграничной реки Урал от 04.10.2016 г. стало первым международным договором между двумя государствами в сфере обеспечения сохранения ресурсов реки Урал, соглашением были предусмотрены следующие направления совместной работы:

а) подготовка совместных действий и планов мероприятий по улучшению экосистемы бассейна и предотвращению трансграничного загрязнения реки Урал;

б) содействие применению новых технологий в области сохранения экосистемы бассейна трансграничной реки Урал;

в) содействие сотрудничеству научно-исследовательских организаций и общественных объединений в области сохранения экосистемы бассейна трансграничной реки Урал;

г) подготовка предложений по сохранению животного мира бассейна трансграничной реки Урал, включая копытных животных, водоплавающих птиц и рыб;

д) подготовка предложений по борьбе с незаконными вырубками леса, вредителями и болезнями леса и лесными пожарами в пойменной части трансграничной реки Урал;

е) содействие в организации мероприятий по увеличению лесистости бассейна трансграничной реки Урал;

ж) информирование в соответствии с законодательством государств Сторон общественности о мерах по сохранению экосистемы бассейна трансграничной реки Урал;

з) подготовка предложений по адаптации экосистемы бассейна трансграничной реки Урал к изменению климата;

и) содействие в организации мероприятий по снижению нагрузки загрязнения экосистемы трансграничной реки Урал, как из точечных источников, так и диффузных источников;

к) обмен информацией о состоянии экосистемы бассейна трансграничной реки Урал и создание Сторонами механизма принятия совместных мер по ликвидации и сокращению трансграничного воздействия в бассейне трансграничной реки Урал при возникновении чрезвычайных ситуаций;

л) иные сферы сотрудничества, представляющие взаимный интерес [6].

Перечень направлений носит открытый и комплексный характер, так как предусматривает взаимодействие в различных сферах в целях защиты экосистемы реки Урал, но также необходимо признать, что соглашение носило рамочный характер и не предусматривало конкретных, детальных шагов уполномоченных органов каждого государства. Требовался новый этап, который бы предусматривал уже непосредственную реализацию направлений взаимодействия посредством осуществления конкретных мер для сохранения экосистемы реки Урал.

Для этого казахстанские политики встретились с коллегами в Оренбурге, по итогам встречи 04.12.2020 г. была подписана Программа казахстанско-российского сотрудничества по сохранению и восстановлению экосистемы бассейна трансграничной реки Жайык (Урал) на 2021-2024 годы в рамках реализации Соглашения между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации по сохранению экосистемы бассейна трансграничной реки Жайык (Урал) [7]. Участие во встрече также принял губернатор Оренбуржья Денис Паслер. Стороны обсудили вопросы обеспечения гидрологического режима и сохранение экосистем трансграничных рек Урал и Иртыш.

По словам Александра Козлова, министра природных ресурсов и экологии РФ: «У России и Казахстана давние отношения. Двустороннее сотрудничество регулируется договорно-правовой базой: между странами заключено более 300 договоров и соглашений, но в природоохранной сфере их почти нет. Подписание программ по сбережению трансграничных рек – важный этап в наших отношениях, поскольку диалог об этом велся около 20 лет. И сдвинуть его с мертвой точки стало возможным после договоренностей президентов России и Казахстана об активизации межгосударственного взаимодействия в сфере экологии и охраны окружающей среды» [8].

Данная программа действует по следующим направлениям:

1. Научно-исследовательская деятельность по программе казахстанско-российского сотрудничества по сохранению и восстановлению экосистемы бассейна трансграничной реки Жайык (Урал) (выполняется каждой стороной самостоятельно);
2. Проведение инвентаризации и выявление источников загрязнения бассейна трансграничной реки Жайык (Урал) (проводится каждой стороной самостоятельно);
3. Реализация мероприятий на территории Республики Казахстан и Российской Федерации, направленных на оздоровление бассейна трансграничной реки Жайык (Урал) (осуществляется каждой стороной самостоятельно);
4. Просвещение, развитие волонтерства [9].

В рамках **первого направления** соглашения разработано техническое задание к научно-исследовательской работе по теме «Экологическая оценка последствий регулирования стока в бассейне трансграничной реки Жайык (Урал) и разработка научно-обоснованных предложений по сохранению и восстановлению трансграничной реки Жайык (Урал)».

Для достижения поставленной цели по научно-исследовательской работе планировался сбор исторических и современных физико-географических, гидрологических, климатических данных, данных по водным ресурсам и их использованию, данных по регулированию стока в бассейне, данных по биоразнообразию водных, пойменных и дельтовых экосистем, данных по экологическому состоянию трансграничной реки Урал с созданием базы данных, оценка водного стока, гидрологического режима трансграничной реки Урал в условно естественный и антропогенный «регулируемый» периоды, анализ прошлых, современных и планируемых антропогенных изменений по регулированию стока, водозабору, сбросу в бассейне трансграничной реки Жайык (Урал), оценка влияния и последствия антропогенных изменений по регулированию стока на водные ресурсы, гидрологический режим, качественное состояние вод, экологическое состояние и биоразнообразие водных, пойменных и дельтовых экосистем трансграничной реки Жайык (Урал), разработка научно-обоснованных мероприятий по восстановлению стока, сохранению и восстановлению биоразнообразия с учетом степени ценности и значимости водных, пойменных и дельтовых экосистем трансграничной реки Жайык (Урал) и другие мероприятия.

18.02.2022 года Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России) опубликовало открытый конкурс в электронной форме № 0173100011322000002 на ЕИС [10] для отбора подрядчика для выполнения научно-исследовательской работы. В марте 2022 года состоялся аукцион. На него заявились две компании, члены комиссии выбрали в качестве победителя – Институт водных проблем Российской академии наук. 30.03.2022 г. с ФГБУ науки Институт водных проблем Российской академии наук (ИВП РАН) был заключен государственный контракт № 0173100011322000002 для выполнения этих работ. Сумма контракта – 81,1 млн рублей. Выполнение работ по Контракту осуществлялось в 2022-2023 гг. в 4 этапа. Согласно календарному плану выполнения работ к данному Государственному контракту, ФГБУ науки Институт водных проблем Российской академии наук (ИВП РАН) обязан до 07.12.2023 г. подготовить научно-обоснованные предложения по экологической реабилитации, сохранению и восстановлению трансграничной р. Урал (Жайык) для подготовки долгосрочной межгосударственной Программы снижения экологических рисков, природоприближенного восстановления участков с признаками деградации экологического состояния и ухудшения условий водопользования и устойчивого улучшения общего гидроэкологического состояния р. Урал и ее притоков.

В рамках реализации **второго направления** Программы в период с 26 по 30 апреля 2021 года с участием представителей Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан и местных исполнительных органов проведено комплексное обследование бассейна реки Урал, задачей которого являлось обследование территории бассейна реки для

уточнения всех источников загрязнения и других факторов негативного воздействия на состояние экосистемы бассейна. Были отобраны пробы в местах, где наблюдаются сбросы сточных вод, на трансграничных территориях, в районах расположения городов и крупных рабочих поселков. На месте отбора проб проведен визуальный осмотр состояния водных объектов и его прибрежной зоны, измерены гидрологические показатели. Гидрохимический анализ качества воды проведен по 33-38 показателям. По итогам комплексного обследования на территории Западно-Казахстанской областей установлено качество воды 4 и >5-класса качества.

По **третьему направлению** Программы по Западно-Казахстанской области активно реализуются мероприятия. Среди них можно выделить:

1. В проекте реконструкции Кирово-Чижинского канала произведен монтаж плавучей насосной станции, ведется монтаж насосов. Объем финансирования достиг 1,373 млрд тенге.

2. В рамках проекта реконструкции Азнабай-Тайпакской обводнительной системы выделено и освоено 200,0 млн и 131,4 млн тенге в 2021-2022 годах соответственно. Дополнительно в 2022 году выделено и освоено 100 млн тенге.

3. В 2022 году проведена посадка лесных культур на площади 1 943 га в бассейне реки Жайык (Урал). Общее количество высаженных сеянцев составило 7,1 млн штук.

4. В рамках проекта берегоукрепления села Жарсуат выделено и освоено 935,7 млн и 966,6 млн тенге из республиканского бюджета в 2021 и 2022 годах соответственно.

5. В проекте строительства берегоукрепления реки Урал поселка Чапаево выделено и освоено 483,0 млн и 382,1 млн тенге в 2021-2022 годах соответственно.

6. Разработана проектно-сметная документация на механизированную очистку протоки Чаган и Кушумского магистрального канала. Планируется внести бюджетную заявку на первое уточнение республиканского бюджета 2023 года.

7. В рамках проекта реконструкции канализационной насосной станции и сетей водоотведения в городе Уральске выделено и освоено 861,9 млн тенге в 2020 году и 1 224,6 млн тенге в 2021 году.

По проекту «Реконструкция водоочистных сооружений в поселке Береке (Память Ильича) (фильтровальная станция № 5) города Атырау производительностью 50 тысяч $м^3$/сутки» (общая стоимость – 10,6 млрд тенге) на 2022 год из местного бюджета выделено 1,0 млрд тенге. Поскольку конкурсные процедуры по проведению работ 3 раза признаны несостоявшимися и позже проведены из одного источника, работы начались поздно (в августе), в связи с чем на сегодняшний день освоено 511,6 млн тенге, 488,4 млн тенге возвращено в бюджет. Проект планируется завершить в 2023 году.

В 2022 году проведена посадка 1,389 млн сеянцев лесных культур на площади 543,5 га государственного лесного фонда области, проведена посадка лесных культур на территории государственного лесного фонда области в бассейне реки на площади 4859,6 га, дополнение – на площади 50 га, высажено 9,6 млн штук саженцев.

В 2022 году проведены капитальный ремонт плотины Казанка-1 в Мартукском районе и ремонтные работы по противопаводковой плотине на левом берегу реки Илек Алгинского района.

В рамках реализации четвертого направления Программы в 2022 году в Актюбинской области проведены акции «Таза Табиғат», «Birge-Taza Qazaqstan», «Мекенім – жасыл орманым», в Атырауской области – «Таза Табиғат», «Birge-Taza Qazaqstan», «Таза жағалау», «Taza Picnic», «PLOGGING», в Западно-Казахстанской области – «Таза жағалау» – «Чистые берега», «Таза орман» – «Чистые леса», «Birge-Taza Qazaqstan», «World Cleanup day», «Нет мусора на природе!» [11].

Как видно выше, мероприятия по спасению реки Урал в Казахстане ведутся, чему свидетельствует Справка о ходе реализации Программы казахстанско-российского сотрудничества по сохранению и восстановлению экосистемы бассейна трансграничной реки Жайык (Урал) на 2021-2024 годы. Что же касается Российской Федерации, то на официальных сайтах соответствующих ведомств в открытом доступе отчет о проведенных мероприятиях по спасению реки Урал найти невозможно.

Министр природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области, Александлр Самбурский в беседах с СМИ говорит: «Мы действительно разработали программу по восстановлению экосистемы реки Урал. Она большая, многомиллиардная, содержит очень много разделов. Там выданы определенные предложения. На сегодняшний день она прошла все согласования на уровне федерации. Поверьте мне, это было сложно сделать, но в результате программа была одобрена на Совете безопасности на уровне РФ, который проходил 25 июня».

Нам хотелось самостоятельно ознакомиться с данной программой, но пресс-секретарь Министерства природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области, Гладилина Юлия ответила, что вышеназванная программа не принята и ознакомиться с текстом возможности нет, она лишь направила на официальные сайты Нижне-Волжского бассейнового водного управления Федерального агентства водных ресурсов, Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации и Института водных и экологических проблем СО РАН для дальнейшего поиска информации.

Изучив информацию, представленную на официальных сайтах, ответы на свои вопросы мы не нашли, поэтому воспользовались проектом «Открытое министерство», который направлен на обеспечение высокого уровня прозрачности и эффективности деятельности Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, основанного на свободном обмене информацией с обществом, базирующийся на стандарте информационной открытости. Наше обращение было рассмотрено и нам сообщили, что в соответствии со статьей 9 Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан по сохранению экосистемы бассейна трансграничной реки Урал Стороны обязуются не передавать третьей стороне информацию, полученную в рамках реализации данного Соглашения. Вместе с тем проинформировали, что в Программу включены мероприятия, реализуемые на территории Российской Федерации в рамках национального проекта «Экология», федеральных и региональных программ.

Проблема загрязнения реки Урал в настоящее время достигла пика. Несмотря на принимаемые меры местных властей по спасению экосистемы бассейна реки Урал, члены Бассейнового совета Уральского бассейнового округа признали, что не могут решить данную проблему на местном уровне. «Предметно сохранением и оздоровлением Урала министерство природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области занимается с начала 2020 года. Профильное ведомство неоднократно обращалось в Минприроды России по вопросу включения реки в проекты по сохранению водных объектов. В 2020 году Минприроды региона разработала масштабную комплексную программу по оздоровлению реки, состоящая из блоков строительства очистных и гидротехнических сооружений, расчистка русла и берегов, развитие рыбоводческих хозяйств. В 2022 году министерству удалось добиться включить Урал в федеральный проект «Сохранение уникальных водных объектов» нацпроекта «Экология». Благодаря этому разработана программа очистки русла реки в границах города, а сама река войдет в Единый федеральный проект по сохранению уникальных водных объектов, который в 2025 году придет на смену действующему федеральному проекту», – рассказал Игорь Николаевич Сухарев, заместитель председателя правительства области по внутренней политике – министр региональной и информационной политики Оренбургской области [12].

С 20 по 22 июня 2023 года в Москве в рамках деловой программы VII Всероссийского водного конгресса, главного водного форума страны, состоялась сессия, посвященная новому федеральному проекту по экологическому оздоровлению крупных водных объектов России [13]. Круглый стол посвящен презентации и экспертному обсуждению дорожной карты реализации нового федерального проекта по экологическому оздоровлению водных объектов России. В рамках дискуссии эксперты обсудили вопросы строительства и модернизации очистных сооружений в рамках новой программы, требуемых капитальных и операционных затрат в зависимости от мощности возводимых объектов. Также были затронуты вопросы разработки единых подходов по расчистке поверхностных водных объектов от донных отложений [14].

По поручению Президента Российской Федерации на 2025 год запланировано начало реализации нового федерального проекта по экологическому оздоровлению водных объектов Российской Федерации, предусматривающего в том числе распространение комплексного подхода к оздоровлению водных объектов на весь бассейн реки Волги (в том числе на реку Каму), а также на реки Дон, Урал, Иртыш, Терек, Амур, Лена, Обь, Волхов и Нева, озеро Ильмень, средние и малые реки [15].

В настоящее время группа столичных ученых по заданию Министерства природных ресурсов и экологии России ведет работу по детальному изучению состояния бассейна Урала для разработки научно-обоснованных предложений по экологической реабилитации, сохранению и восстановлению трансграничной реки. Владислав Олегович Полянин (и.о. директора института водных проблем РАН) рассказал членам Бассейнового совета о промежуточных итогах исследовательской деятельности и охарактеризовал актуальное состояние Урала.

«Водные ресурсы на достаточно засушливой территории Оренбуржья являются поистине невосполнимым природным богатством, требующим бережного отношения. Ситуацию, сложившуюся в настоящее время на реке Урал, можно оценивать, как напряженную. Тревожит изменение гидрологического режима стока реки, наблюдается иссушение пойменных озёр, понижение уровня грунтовых вод. Происходит заиление русла и разрушение береговой линии этой трансграничной водной артерии, являющейся уникальным природным объектом. Для сохранения водного баланса самой крупной реки Оренбуржья предприятие выполняет необходимый комплекс природоохранных мероприятий в рамках реализации инвестиционных программ. Хозяйственная деятельность ресурсоснабжающего предприятия не оказывает негативного влияния на водный баланс реки Урал. Этому способствует многоступенчатая очистка стоков и их тщательный контроль на всем пути движения», – отметил главный инженер «Росводоканал Оренбург» Дмитрий Стрельцов.

Заключение. Сегодня Урал находится в условиях чрезвычайной экологической ситуации и не в состоянии на всем протяжении от истока в Башкортостане до устья в Республике Казахстан самостоятельно справляться с загрязнением и восстановить утраченные биоресурсы. Реализация системы принимаемых мер в рамках спасения экосистемы бассейна реки Урал покажет финальные результаты в 2024 году после итогов выполнения Программы казахстанско-российского сотрудничества по сохранению и восстановлению экосистемы бассейна трансграничной реки Жайык (Урал) на 2021-2024 годы, и в 2030 году после реализации Федерального проекта «Оздоровление Волги». Необходимо также помнить о том, что промежуточные, ежегодные результаты должны быть предоставлены органами исполнительной власти общественности, с отражением всех мероприятий, проведенных в период действия программ, что позволит оценить не только всю проделанную работу, но и их эффективность в части сохранения экосистемы бассейна реки Урал, а также полноценное целевое использование бюджетных средств, потраченных органами власти.

Список литературы

1. Кириллова А. Проблемные вопросы при осуществлении федерального контроля за использованием и охраной водных объектов на территории Оренбургской области [Электронный ресурс] // PANDIA: [сайт]. URL: https://pandia.ru/text/77/358/72940.php?ysclid=lpqr9iamie552363053 (дата обращения: 05.10.2023)

2. Шарова В. Экологи и ученые признали, что не смогут решить проблему загрязнения Урала на местном уровне [Электронный ресурс] // UTV.RU: [сайт]. URL: https://utv.ru/material/ekologi-i-uchenye-priznali-chto-ne-smogut-reshit-problemu-zagryazneniya-urala-na-mestnom urovne/?ysclid=lpqrazbrvc388391607 (дата обращения: 06.10.2023).

3. Ахмедьяров Л., Упоров Р. Урал – территория исчезновения [Электронный ресурс] // ВЛАСТЬ: [сайт]. URL: https://vlast.kz/story/43578-ural-territoria-isceznovenia.html?ysclid=lpqrchoqm499200430 (дата обращения: 09.10.2023).

4. Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и нормативно- технических документов: [сайт]. URL: https://docs.cntd.ru/document/902240034?ysclid=lpqrhw1s7v676322613 (дата обращения: 10.10.2023).

5. Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан по сохранению экосистемы бассейна трансграничной реки Урал [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и нормативно- технических документов: [сайт]. URL: https://docs.cntd.ru/document/420381062?ysclid=lpqriqo1lc48433673&section=text (дата обращения: 10.10.2023).

6. Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан по сохранению экосистемы бассейна трансграничной реки Урал [Электронный ресурс] // КонтурНорматив: [сайт]. URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=298830&ysclid=lpqrlgv1hu728442817 (дата обращения: 10.10.2023).

7. Программа казахстанско-российского сотрудничества по сохранению и восстановлению экосистемы бассейна трансграничной реки Жайык (Урал) на 2021-2024 годы в рамках реализации Соглашения между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации по сохранению экосистемы бассейна трансграничной реки Жайык (Урал) [Электронный ресурс] // GOV.KZ: [сайт]. URL: https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo/documents/details/113710?lang=ru (дата обращения: 10.10.2023).

8. Чобанян Е. «Россия и Казахстан договорились о сотрудничестве по сохранению и восстановлению экосистемы бассейна реки Урал» [Электронный ресурс] // Урал56.Ру: [сайт]. URL: https://www.ural56.ru/news/656670/ (дата обращения: 10.10.2023).

9. Программа казахстанско-российского сотрудничества по сохранению и восстановлению экосистемы бассейна трансграничной реки Жайык (Урал) на 2021-2024 годы в рамках реализации Соглашения между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации по сохранению экосистемы бассейна трансграничной реки Жайык (Урал) [Электронный ресурс] // GOV.KZ: [сайт]. URL: https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo/documents/details/113710?lang=ru&ysclid=lpzz3sn0da219296091 (дата обращения: 10.10.2023).

10. Открытый конкурс в электронной форме № 0173100011322000002 [Электронный ресурс] // ЕИС закупки: [сайт]. URL: https://zakupki.gov.ru/epz/order/notice/ok20/view/common-info.html?regNumber=0173100011322000002 (дата обращения: 10.12.2023).

11. Справка о ходе реализации Программы казахстанско-российского сотрудничества по сохранению и восстановлению экосистемы бассейна трансграничной реки Жайык (Урал) на 2021-2024 годы [Электронный ресурс] // GOV.KZ: [сайт]. URL: https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo/documents/details/414505?lang=ru&ysclid=lp0vwy88bg270377094 (дата обращения: 12.10.2023).

12. Романченко К. Спасение реки Урал в Оренбуржье: чистим от мусора и ждем деньги [Электронный ресурс] // orenday: [сайт]. URL: https://orenday.ru/news/010623202543 (дата обращения: 16.10.2023).

13. Регламент деловой программы VII Всероссийского водного конгресса [Электронный ресурс] // Всероссийский водный конгресс: [сайт]. URL: https://www.watercongress.ru/wp-content/themes/Water/files/programma_kongressa_20230210.pdf (дата обращения: 01.11.2023).

14. Новый федеральный проект по экологическому оздоровлению крупных водных объектов России обсудили на Водном конгрессе [Электронный ресурс] // Проектная дирекция Минстроя России: [сайт]. URL: https://pdminstroy.ru/federalniy-proekt-ozdorovlenie-volgi/tpost/1ojf01edj1-novii-federalnii-proekt-po-ekologichesko?ysclid=lp27k11ksl319268185 (дата обращения: 03.11.2023).

15. Постановление «Об экологическом оздоровлении водных объектов и о развитии мелиоративного комплекса Российской Федерации» [Электронный ресурс] // Совет Федерации Федерального Собрания Российской Федерации: [сайт]. URL: http://council.gov.ru/activity/documents/145936/ (дата обращения: 03.11.2023).

УДК 504.062:502.35
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-96-104

МОДЕЛИ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ

MODELLING SUSTAINABLE LAND MANAGEMENT OF STEPPE LANDSCAPES

Андреева О.В., Куст Г.С., Лобковский В.А., Непесов М.Д., Суслова С.Б.
Andreeva O.V., Kust G.S., Lobkovskiy V.A., Nepesov M.D., Suslova S.B.

Институт географии Российской Академии наук, Москва, Россия
Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: andreevala@yandex.ru

Аннотация. На типовых примерах землепользования в степных ландшафтах (растениеводство, пастбища, охраняемые природные территории) рассмотрены возможные аспекты применения развиваемой авторами методологии семантического моделирования устойчивого землепользования (УЗП). В работе приводятся принципиальные схемы (в форме лепестковых диаграмм) для анализа «целостности» подходов УЗП в отношении конкретных моделей, рекомендуемые как для визуализации моделей, так и их корректировки для достижения наилучшего целевого результата. Последнее достигается путем добавления в модель практик, расширяющих ее объем и содержание и направленных на улучшение таких параметров модели как природный и антропогенный риск деградации, природный и актуальный потенциал земель, способность их к восстановлению, снижение интенсивности негативных процессов и явлений и их воздействий. Приведенные примеры наглядно демонстрируют причины возможного несоответствия традиционных практик землепользования состоянию устойчивости, определяемой через понятие нейтрального баланса деградации земель. На новых примерах подтверждено ранее высказанное положение, что применение термина УЗП в отношении конкретных практик или технологий (или термина «практика УЗП») не имеет смысла, а корректное использование термина УЗП касается только моделей землепользования.

Ключевые слова: устойчивое землепользование, УЗП, нейтральный баланс деградации земель, НБДЗ, практики землепользования, деградация земель.

Abstract. Using typical examples of land management in steppe landscapes (crop production, pasture management, protected areas), possible options of the application of the authors' methodology for semantic modeling of sustainable land management (SLM) are considered. The paper provides basic schemes (in the form of radar diagrams) for analyzing the "integrity" of SLM approaches in relation to specific models, recommended both for visualizing models and for their adjustment to achieve the best target result. The latter can be achieved by adding practices to the model that expand its scope and content and are aimed at enhancing such model parameters as reducing natural and anthropogenic risk of degradation, improving natural and actual potential of lands, their ability to recover, reducing the intensity of negative processes and phenomena and their impacts. The examples provided clearly demonstrate the reasons for the possible inconsistency of traditional land use practices with the state of sustainability, defined through the concept of a land degradation neutrality. New examples confirm the previously stated thesis that the use of the term SLM in relation to specific practices or technologies (or the term "SLM practice") does not make sense, and the correct use refers only to SLM models as an integral set of different practices.

Key words: sustainable land management, SLM, land degradation neutrality, LDN, NBDZ, land use practices, land degradation.

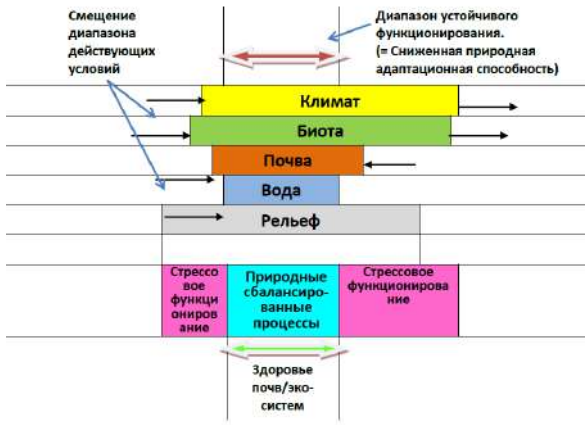
Введение. Становление концепции устойчивого землепользования (УЗП)[1] относится к концу 80-х – началу 90-х годов прошлого столетия. В Рамочном документе по оценке устойчивого землепользования Саммита ООН по Окружающей среде и Развитию в Рио в 1992 г. [1] были сформулированы 5 базовых положений, определяющих, что УЗП является сочетанием технологий, стратегии и действий, направленных на интеграцию социально-экономических принципов с экологическими проблемами, для того, чтобы одновременно: (1) поддерживать или улучшать производство/услуги, (2) снижать уровень производственных рисков, (3) защищать потенциал природных ресурсов и предотвращать ухудшение качества почвы и воды, (4) быть экономически жизнеспособными и (5) социально приемлемыми .

Активное развитие концепции УЗП в последнее время неразрывно связано с применением подходов нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) в контексте Цели 15

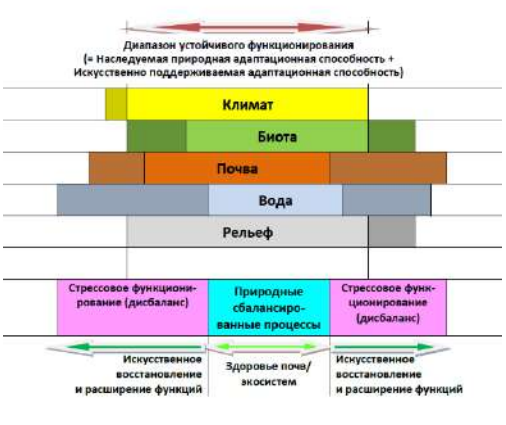
[1] Оригинальный англоязычный термин "sustainable land management" – SLM

Повестки 2030 устойчивого развития ООН, принятой в 2015 г. [2]. Принято считать, что технологии и практики УЗП позволяют предотвратить, снизить риск развития, смягчить неблагоприятные последствия нерационального использования и обратить вспять деградацию земель [3]. Несмотря на огромное число работ (около 2 млн по данным Google Scholar за период 2010-2023[2]), при всем разнообразии подходов и проработки тематики УЗП, до сих пор дискуссионным остается понимание *«устойчивости»* землепользования и его интерпретация. Переводы самого понятия на русский язык известны как устойчивое землепользование, рациональное использование земель, устойчивое управление земельными ресурсами. При этом УЗП трактуется разными авторами через такие подходы как: интегрированное управление плодородием почвы, ресурсосберегающее сельское хозяйство и улучшенное управление пастбищами, улучшенное управление водными и лесными ресурсами, сохранение природных ресурсов для производства продовольствия, повышение содержания почвенного органического углерода, восстановление экосистем в целом, окупаемость инвестиций в УЗП. Наиболее согласованным и емким в настоящее время является определение УЗП, сформулированное [4] как «устойчивое использование ресурсов земель, включающих почвы, воду, растительный и животный мир для производства товаров и услуг, отвечающих меняющимся потребностям людей, при условии обеспечения долгосрочного продуктивного потенциала этих ресурсов и сохранения их экологических функций».

Таким образом, с одной стороны, понятие УЗП стало широко распространенным, а с другой – общепринятые критерии эффективности применяемых мер и устойчивости воздействий не сформулированы. С появлением концепции НБДЗ появилась возможность по-новому оценить подходы УЗП, о чем свидетельствует большое количество работ за последние 5-8 лет[3]. В [5] мы впервые предложили использовать НБДЗ как критерий УЗП *(рисунок 1)*. В [3] уже напрямую подчеркивается, что УЗП – один из основных механизмов для достижения НБДЗ.



Стрессовое «потребительское» функционирование (например, при традиционном землепользовании)



Нейтральный баланс деградации земель: Расширенное устойчивое землепользование (искусственно поддерживаемое расширение ресурсов и режимов)

Рисунок 1. Варианты типовых моделей землепользования согласно «ресурсной» концепции сбалансированного землепользования, по [5].

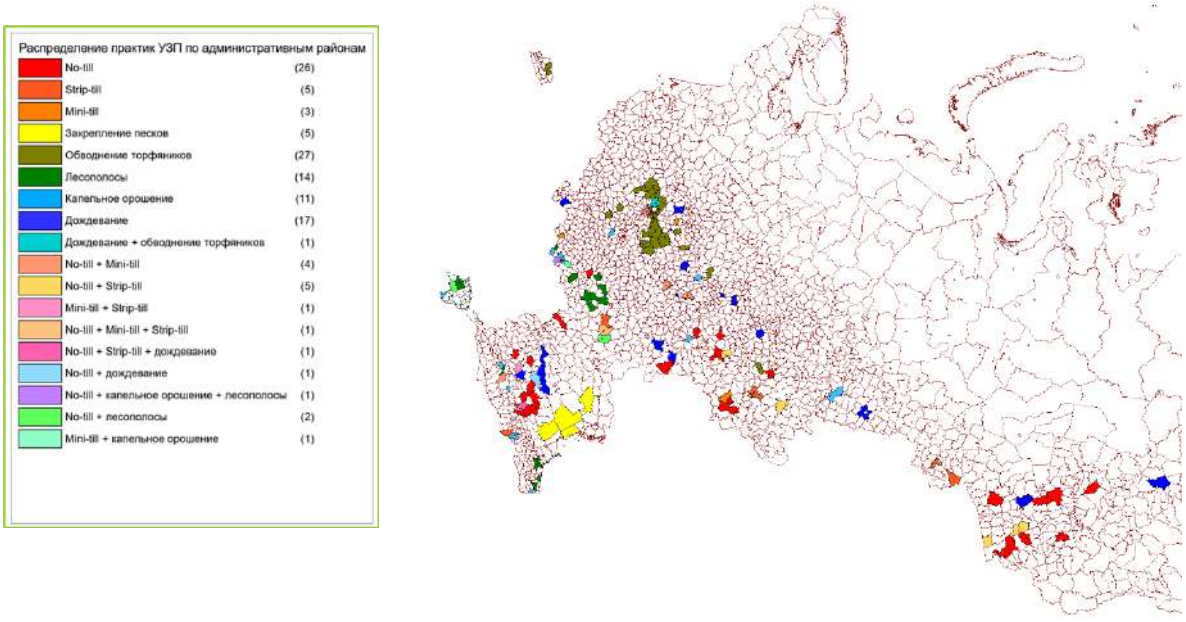
Однако, несмотря на эти прямые предложения и кажущуюся простоту рабочих гипотез и предложений, до настоящего времени каких-либо алгоритмов для применения подходов НБДЗ к оценке УЗП не разработано. Выявлено, что не все так называемые «успешные» практики землепользования способствуют достижению НБДЗ, и наоборот – не каждый случай НБДЗ обязательно связан с какой-либо моделью УЗП. Этот на первый взгляд парадоксальный и неожиданный вывод позволил переосмыслить взаимосвязи УЗП и НБДЗ и провести анализ

[2] По тегу «sustainable land management»
[3] Около 20000 работ по данным Google Scholar по тегу «sustainable land management land degradation neutrality»

содержательного соответствия наборов успешных практик параметрам УЗП, а также взаимосвязей НБДЗ и УЗП [6].

Объекты и методы. Объектами исследования послужили так называемые «успешные» (лучшие, хорошие) практики и технологии УЗП, научно-справочные материалы и базы данных, описанные в различных источниках, преимущественно в международных платформах обмена знаниями. WOCAT, FAOSTAT, TERRASTAT, AQUASTAT, FORIS, LRIS, GLCN, LADA, APAN, SPUSH, CACILM, и др. В России пока нет аналогичных сетевых ресурсов, однако, в учебных и специальных научных изданиях накоплен большой опыт по разработке, внедрению и распространению практик, направленных на борьбу с водной и ветровой эрозией почв, переувлажнением, засолением, осолонцеванием и уплотнением почв, загрязнением почв и вод. В [7] проведен анализ собранных описаний практик УЗП в России, показывающий их доминирование именно в степных (включая лесостепные, сухостепные и полупустынные) регионах. Важно отметить, что большинство зарегистрированных «успешных» практик приходится как раз на южные степные территории страны с наибольшими проявлениями деградации земель *(рисунок 2)*.

А.



Б.

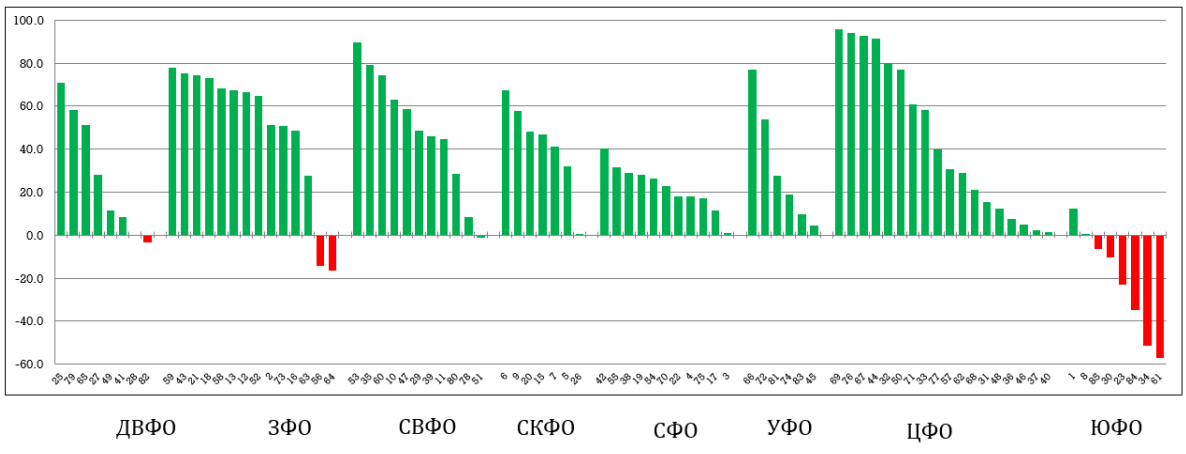


Рисунок 2. А. Распределение описаний практик УЗП по России, по [7]. Б. Индекс НБДЗ для регионов и федеральных округов России, по [11].

Методической основой для анализа успешных практик и моделей землепользования в рамках данной работы послужили подходы к типологии объектов землепользования, опубликованные нами ранее [8, 9]. Под «объектом землепользования» в целях описания успешных практик понимается целостный ландшафтно-хозяйственный объект с определенными

границами на местности, в пределах которого оценивается эффективность применяемых практик и достижение НБДЗ. «Моделью землепользования» предложено называть центральный образ совокупности практик и технологий, которые характеризуются сходным набором технологических приемов, природными и социально-экономическими условиями и потенциалом, рисками деградации земель (включая антропогенные воздействия), возможностью и способами достижения НБДЗ. Распознавать устойчивость землепользования предложено с учетом таких признаков как природное или антропогенное негативное воздействие, риск деградации, природный/исходный потенциал, способность к самовосстановлению, искусственное поддержание баланса/восстановления, технологии адаптации, технологии для расширения потенциала, достаточность ресурсов и социально-экономических условий.

Примеры первых полученных результатов были продемонстрированы в виде лепестковых диаграмм общего характера [6], и в дальнейшем продемонстрированы возможности детализации разработанных подходов для горных пастбищ [10]. В данной работе мы представляем результаты применения аналогичных подходов для типовых моделей степного землепользования.

Результаты и обсуждение. На *рисунках 3-8* представлены примеры, сравнивающие в пределах одного вида землепользования разные модели использования пашни, пастбищ и охраняемых природных территорий: интенсивное растениеводство в южной холмистой лесостепи Заволжья, пастбищные хозяйства в Приэльтонье, заповедник «Черные Земли» и прилегающие территории в Калмыкии. Для построения диаграмм использованы те же параметры, что и в [6, 9]: «Природный потенциал» (отражающий «Ресурсный потенциал», «Адаптационный потенциал» и «Способность к самовосстановлению»), «Расширенный антропогенный потенциал» (отражающий «Антропогенные улучшения природного потенциала» и «Достаточность социально-экономических условий»); «Актуальные неблагоприятные воздействия», включающую «Природные процессы и явления» и «Процессы и явления, вызванные человеческой деятельностью»; «Потенциальные неблагоприятные воздействия», включающую «Природные риски» и «Антропогенные риски». Степень влияния каждого параметра на модель оценивается с помощью экспертной *таблицы 1*. Модели визуализированы с помощью лепестковых диаграмм, для упрощения визуализации эти параметры генерализованы по принципу, описанному в [11].

Таблица 1

Шкала для качественной экспертной оценки параметров модели

Параметры модели	Отсутствуют или очень низкие/ слабые	Низкие/ Слабые	Умеренные	Высокие/Сильные	Очень высокие/сильные	Не применимо
Природный потенциал	1	2	3	4	5	0
Расширенный антропогенный потенциал	1	2	3	4	5	0
Способность к самовосстановлению и достаточность социально-экономических условий	1	2	3	4	5	0
Неблагоприятные природные процессы и явления, актуальные	5	4	3	2	1	0
Неблагоприятные антропогенные воздействия и вызванные ими процессы, актуальные	5	4	3	2	1	0
Природные риски	5	4	3	2	1	0
Антропогенные риски	5	4	3	2	1	0

Для сравнения диаграмм они построены в единой системе координат и ограниченного набора основных «успешных практик», хотя очевидно, что полнота каждой модели

обеспечивается полным набором существующих и рекомендуемых практик. Каждая практика (некоторые близкие по целям практики землепользования объединены в целях визуализации) отражает степень устойчивости модели через контролируемые ею параметры и цели. При таком способе представления степень устойчивости модели в целом характеризуется площадью фигуры, описываемой внешними границами совокупности всех многоугольников.

Модель интенсивного растениеводства на богарных черноземах холмистых равнин (Самарская область, Похвистневский район).

Данная модель показана в двух относительно контрастных вариантах. Первый *(рисунок 3)* отражает традиционную пропашную систему земледелия, второй *(рисунок 4)* – вариант с переходом на технологию прямого посева no-till. На диаграммах видно, что второй вариант при использовании совокупности технологических решений оказывается более устойчивым, несмотря на относительно умеренный природный потенциал почв и ландшафтов (черноземы выщелоченные и оподзоленные малой и средней мощности, агроистощенные и эродированные). Это достигается за счет того, что внедрение технологии no-till практически полностью снижает воздействие неблагоприятных природных и антропогенных процессов и рисков, связанных в первую очередь с эрозией и агроистощением почв, способствует накоплению углерода, сохранению почвенной структуры, снижению уплотнения, сохранению влаги. В совокупности это приводит к повышению способности к самовосстановлению и искусственному поддержанию продуктивности агрокультур при меньших затратах. Вместе с тем, no-till проявляет себя как более рискованная технология в отношении загрязнения почв пестицидами из-за отсутствия механической прополки от сорняков и повышения уязвимости к вредителям.

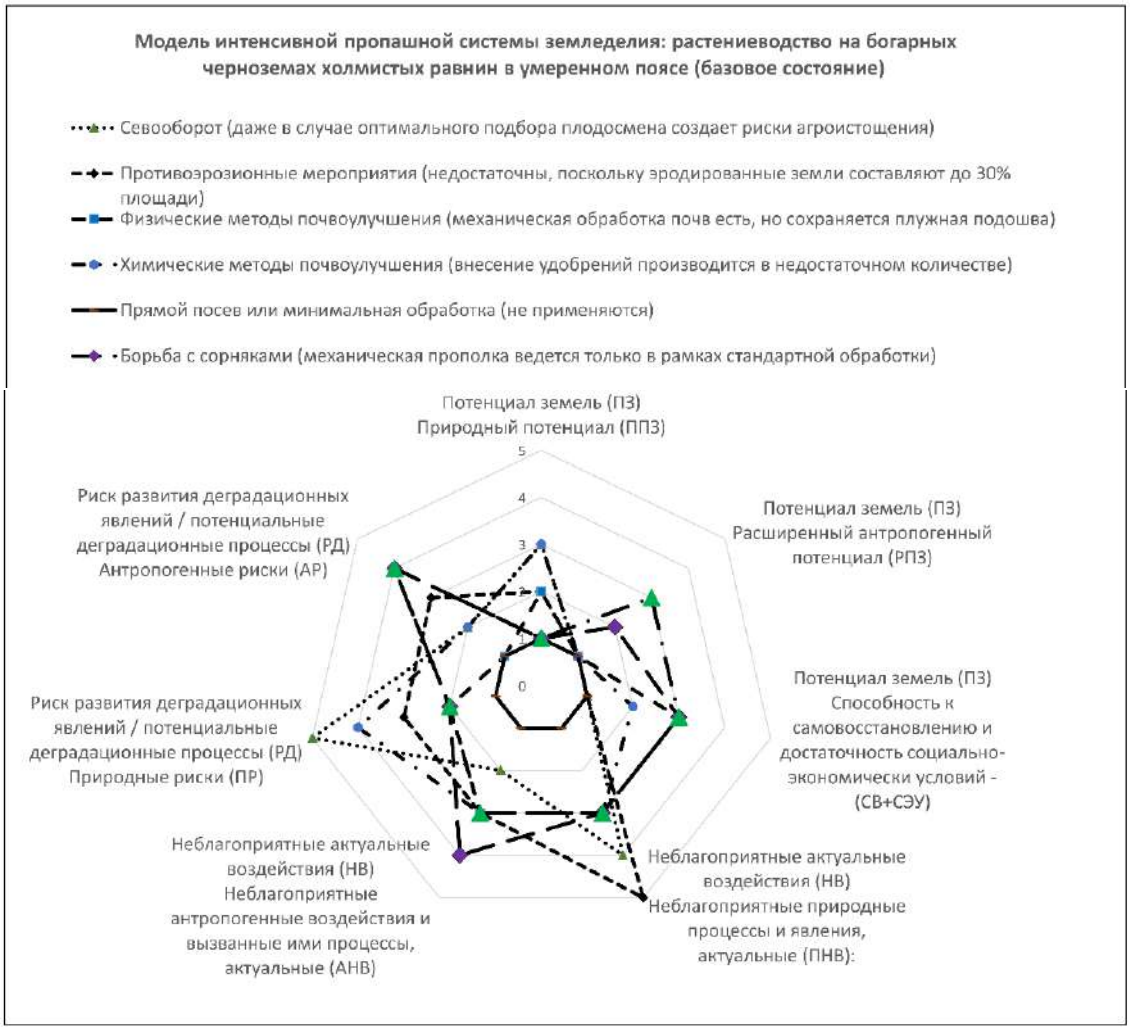


Рисунок 3. Модель интенсивного растениеводства на богарных черноземах холмистых равнин (вариант пропашной системы земледелия).

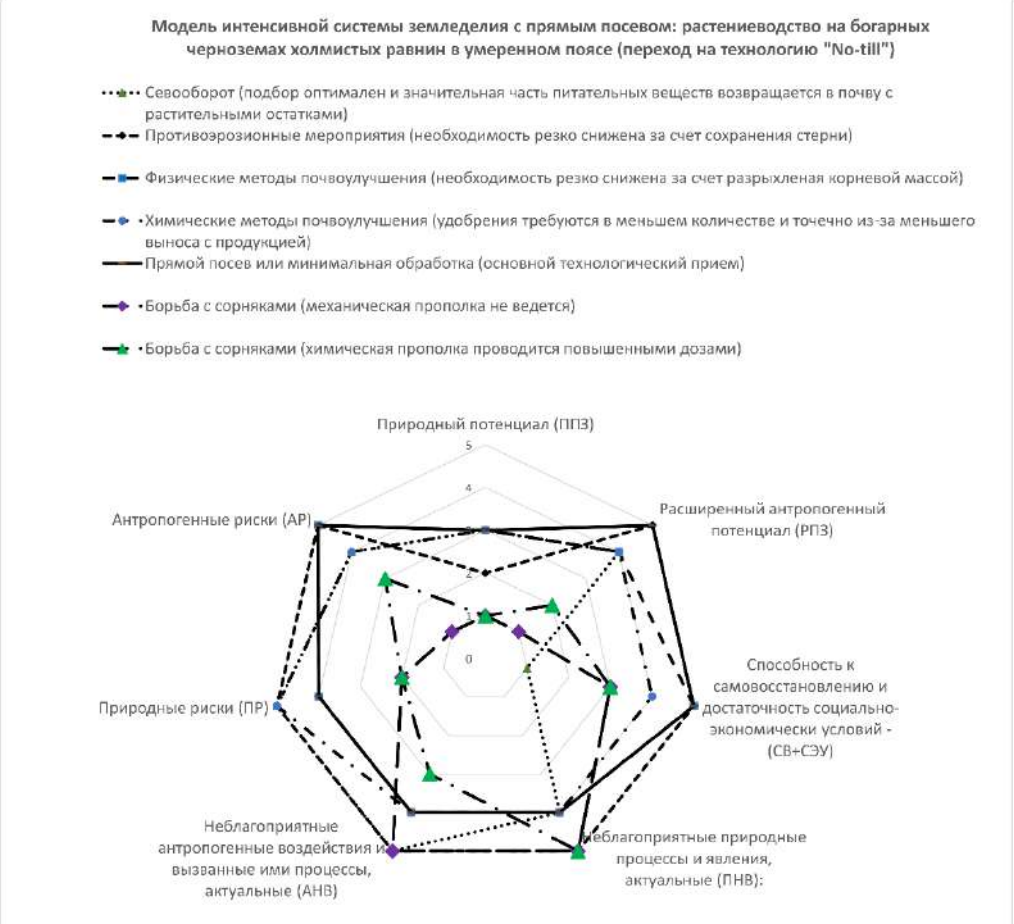


Рисунок 4. Модель интенсивного растениеводства на богарных черноземах холмистых равнин (вариант с прямым посевом и нулевой обработкой почв).

Важно отметить, что повышение устойчивости «базовой» модели не обязательно требует технологии no-till. Снижение рисков и актуальных проявлений деградационных процессов может достигаться за счет применения дополнительных специальных методов предупреждения и борьбы с почвенной эрозией (почвозащитные приемы, контурно-мелиоративные технологии), профилактики уплотнения пахотных и подпахотных горизонтов (более активное использование бобовых и пропашных в севообороте), сохранения и накопления влаги и гумуса (улучшение почвенной структуры, внесение органических удобрений, кулисные посевы, лесополосы), поддержания оптимального состава элементов минерального питания растений (точечное и контурное внесение, использование комплексных удобрений и др.).

Модель управления пастбищами в сухостепном Заволжье (Палласовский район Волгоградской области).

Контрастные варианты данной модели представлены на *рисунках 5 и 6*. Сравниваются варианты экстенсивного и относительно интенсивного использования пастбищ. Основные отличия этих вариантов состоят в том, что в первом случае практически игнорируются пастбищеобороты, в недостаточном количестве присутствуют инфраструктурные сооружения (водопои, укрытия для скота, купки, скотопрогоны), в результате чего даже при сопоставимой пастбищной нагрузке на природные экосистемы (с относительно низким исходным природным потенциалом) степень деградации земель выше за счет избыточных перемещений скота, болезней и истощения животных). Ухудшает ситуацию отсутствие естественных укрытий для животных, которые, поддерживаемые во втором случае в виде древесных посадок, способствуют также влагонакоплению в почвах и снижению дефляционной опасности.

Во втором случае улучшение состояния экосистем и повышение продуктивности кормовой базы достигается также за счет использования специальных участков с сенокошением (в некоторых случаях орошаемых), поверхностного (а в ряде мест и коренного) улучшения пастбищ, включая подкормку удобрениями, использования приёмов омоложения луга, устранение засорённости, подсев трав, улучшение и регулирование водного режима.



Рисунок 5. Модель управления пастбищами (экстенсивный вариант).

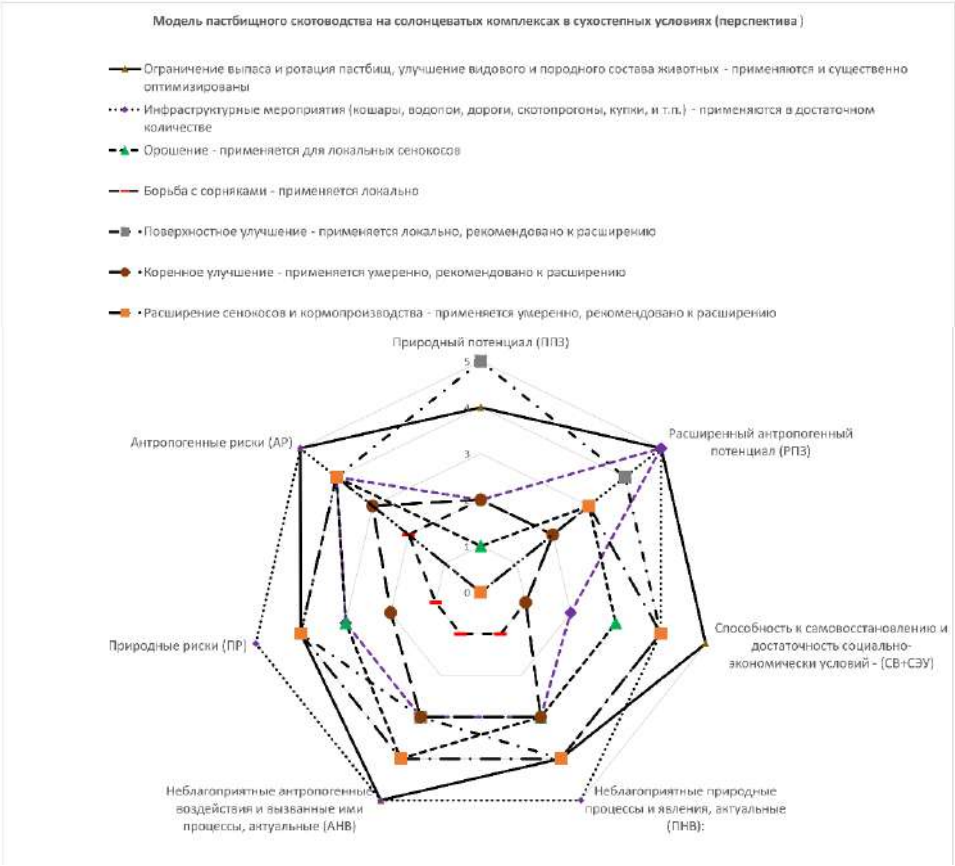


Рисунок 6. Модель управления пастбищами (вариант интенсивного развития).

Как нетрудно заметить, в данной модели мы не рассматривали такие особенности территории как наличие солонцеватых и засоленных почв в почвенном покрове, сложно-западинный рельеф, высокую опасность и проявления степных пожаров. Добавление этих факторов усложнило бы визуализацию модели в данной статье, хотя очевидно, что для целей практического управления пастбищами их рассмотрение обязательно и должно учитывать как комплекс противопожарных мероприятий, так и ландшафтно-адаптивный подход при планировании использования почвенно-растительных неоднородностей (включая лесные и садовые насаждения, организация участков с солеустойчивыми культурами, ограждения).

Модель управления ООПТ в полупустынных условиях (Республика Калмыкия, заповедник «Черные Земли»).

Для этой модели (рисунки не вошли в работу из-за ограничений объема), также представленной в двух вариантах (актуальном и перспективном), характерными особенностями, в отличие от двух предыдущих, является не максимизация продукции (растениеводства и животноводства соответственно), а сохранение природных местообитаний и экосистем. Поэтому набор рекомендуемых мероприятий здесь принципиально отличается согласно цели землепользования, хотя некоторые практики могут перекликаться (например, противопожарные мероприятия, мероприятия по ограничению выпаса домашних животных и т.п.). Как видно из рисунков, исходно низкая устойчивость этой модели, складывающаяся из относительно небольшого природоохранный потенциала территории коренного участка заповедника, его охранной зоны и сопредельных земель, высоких природных и антропогенных рисков, складывающихся в первую очередь за счет недостаточно контролируемого выпаса и высокой хрупкости и уязвимости ландшафтов к внешним воздействиям, может быть в первую очередь существенно усилена за счет полного запрета на выпас домашних животных, включая охранную зону, а также за счет фитомелиоративных мероприятий. При этом природоохранное значение этих мероприятий значительно возрастет при использовании специально подобранных растений, включая редкие и эндемичные виды, внедрение которых в «родительскую» экосистему будет проводиться при имитации природных сукцессий и исключении использования инвазивных видов. Модель также подчеркивает, что без регулирования выпаса на сопредельных территориях, простым закреплением песков на территории заповедника нельзя достичь профильных задач этого природоохранного объекта.

Предлагаемая форма представления моделей УЗП подчеркивает, что модель – это *совокупность* успешных практик, и только сочетание практик может приводить к повышению устойчивости всей модели в целом. Общая устойчивость в таком варианте характеризуется «целостностью» модели УЗП, описываемой общей площадью фигуры, включающей внешний периметр всех многоугольников. При стремлении к максимально возможной устойчивости модель УЗП должна иметь в своем составе практики, имеющие максимальные значения по всем параметрам. Иначе говоря, для целей управления устойчивость будет достигаться путем добавления в модель практик, направленных на улучшение недостающих параметров.

Несмотря на то, что некоторые практики не отражают улучшение в максимальной степени по каким-либо из выбранных параметров, они, тем не менее, усиливают общий «вес» устойчивости соответствующей модели УЗП, ее интегральную или синергетическую эффективность. К таким, в частности, относятся многие практики, направленные на совершенствование или восстановление и поддержание инфраструктуры (дороги, коммуникации, другие фундаментальные сооружения и инженерные мероприятия).

Предложенный подход «моделирования» и визуализации УЗП позволяет по-новому отразить практики, приемы и технологии с позиции их успешности или устойчивости: каждая практика рассматривается в составе определенной модели УЗП, как направленная на улучшение ее определенных параметров/признаков. При этом оценка устойчивости модели землепользования производится на основе комплексного анализа практик, оцениваемых в границах определенной территории по количественным и качественным шкалам. Важной также представляется возможность выявления «узких мест» в землепользовании и обоснования необходимости внедрения необходимого набора практик (технологий), направленных на реализацию определенных параметров устойчивости (снижение рисков, интенсивности негативных процессов, компенсационные мероприятия, поддержка самовосстановления и пр.).

Заключение. Семантическое моделирование УЗП является эффективным приемом для корректировки набора практик в целях достижения НБДЗ и «целостности» подходов УЗП в отношении конкретных моделей. Примеры моделей демонстрируют причины возможного

несоответствия при достижении целей НБДЗ и практик УЗП. Выявлено, что на устойчивость землепользования, помимо достижения НБДЗ с помощью определенных технологий, оказывают влияние такие параметры как риск деградации, природный и актуальный потенциал земель, способность их к восстановлению, природные процессы и явления. Корректное использование термина УЗП касается только *моделей* землепользования. В отношении практик правильно употреблять термин «успешные» или «лучшие» практики.

Работа выполнена в рамках государственной темы ИГ РАН FMWS-2022-0001.

Список литературы

1. Smyth A.J., Dumanski J. FESLM: An International Framework for Evaluating Sustainable Land Management // World Soil Resources Report. No 73. Rome: FAO, 1993. 85 p. https://www.faoswalim.org/resources/Land/FESLM.pdf.

2. United Nations. A/RES/70/1. General Assembly. Resolution adopted by the General Assembly. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. UN. 2015. 35 p. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol= A/RES/70/1&Lang=E.

3. Sanz M.J., Vente J. de, Chotte J.-L., Bernoux M., Kust G., Ruiz I., Almagro M., Alloza J.-A., Vallejo R., Castillo V., Hebel A., Akhtar-Schuster M. Sustainable Land Management contribution to successful land-based climate change adaptation and mitigation // A Report of the Science-Policy Interface. UNCCD, Bonn, Germany, 2017. 170 p. https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/UNCCD_Report_SLM_web_v2.pdf.

4. Liniger H., Mekdaschi R., Moll P., Zander U. 2017. Making sense of research for sustainable land management. 304 p. https://www.ufz.de/export/data/2/126685 _full_version_WOCAT_Glues.pdf.

5. Kust G., Andreeva O., Cowie A., 2017. Land Degradation Neutrality: Concept development, practical applications and assessment // J. Environ. Manage. 195 P. 16–24. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.043

6. Андреева О. В., Куст Г. С., Лобковский В. А. Устойчивое землепользование и нейтральный баланс деградации земель // Вестник Российской академии наук. 2022. Т. 92. № 6. С. 509-521.

7. Andreeva O., Morozova D. S., Martynenko I. Experience of geographical analysis of modern sustainable land-management practices in russia // Moscow University Soil Science Bulletin. 2022. Vol. 77. No 5. P. 365-373.

8. Andreeva O.V., Lobkovsky V.A., Kust G.S., Zonn I.S. The Concept of Sustainable Land Management: Modern State, Models and Typology Development // Arid Ecosystems. 2021. Vol. 11 P. 1-10. https://doi.org/10.1134/S2079096121010029.

9. Куст Г.С., Андреева О.В., Лобковский В.А., Костовска С.К. 2019. Методические подходы к разработке типологии моделей устойчивого землепользования // Экология урбанизированных территорий. № 3. С. 34-40. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41289126.

10. Андреева О. В., Куст Г. С., Лобковский В. А. Моделирование устойчивого землепользования горных пастбищ Кыргызстана на основе эффективного управления практиками животноводства // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2023. Т. 87. № 7. С. 1079-1096.

11. Андреева О.В., Куст Г.С. Оценка состояния земель в России на основе концепции нейтрального баланса их деградации // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2020. Т. 84. № 5. С. 737–749. DOI: 10.31857/s2587556620050052.

УДК 631.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-105-108

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ИЛОВАЙСКОГО ЛЕСНОГО МАССИВА ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

SOIL AND ECOLOGICAL SIGNIFICANCE OF THE ILOVAISKY FOREST AREA OF THE TAMBOV REGION

Анциферова О.А.
Antsiferova O.A.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, Россия
Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

E-mail: anciferova@inbox.ru

Аннотация. Обсуждается ландшафтная характеристика и экологическая значимость лесного массива на песчаных отложениях в лесостепи (междуречье и долины рек Иловая и Воронежа). Отмечается слабая изученность почвенного покрова как всего массива, так и ООПТ в частности. На основании полевых исследований обозначены очаги экологической напряженности, связанные с антропогенным воздействием (карьеры по добыче песков, выпас скота), что провоцирует развитие ветровой эрозии, усиливает нестабильность ландшафта и несет угрозу ООПТ. Специфика почвенного покрова заключается в сочетании зональных почв с большой долей интразональных для лесостепи (дерново-подзолистых, болотных верховых и низинных, аллювиальных). Предлагается система организации исследований почвенного покрова на ландшафтной основе для формирования базы данных почвенного блока для повышения информативности и современных представлений о функционировании экологических сетей Тамбовской области.
Ключевые слова: почвы, экологические функции, типы местности, сосновые леса на песках.

Abstract. The landscape characteristics and ecological significance of the forest area on sandy sediments in the forest steppe (mesopotamia and valleys of the Ilovai and Voronezh rivers) are discussed. There is a weak knowledge of the soil cover of both the entire research area and specially protected natural areas in particular. Based on field studies, foci of environmental tension associated with anthropogenic impact (quarries for sand extraction, cattle grazing) have been identified, which provokes the development of wind erosion, increases the instability of the landscape and poses a threat to specially protected natural areas. The specificity of the soil cover consists in a combination of zonal soils with a large proportion of intrazonal soils for the forest-steppe (sod-podzolic, histosols sapric and distric, alluvial). A system for organizing soil cover studies on a landscape basis is proposed to form a database of the soil block to increase the information content and modern ideas about the functioning of environmental networks in the Tambov region.
Key words: soils, ecological functions, types of terrain, pine forests on the sands.

Введение. Уникальность островных и ленточных боров в лесостепи и степи состоит в том, что они, будучи интразональными, связывают между собой различные природные зоны. На особую эколого-географическую роль песчаных массивов с доминированием на них *Pinus sylvestris* на зандровых и надпойменно-террасовых типах местности в Среднерусссской лесостепи указывал Ф.Н. Мильков [1]. Песчаный субстрат с присущими ему физическими свойствами и локальным разнообразием водного режима способствует одновременному присутствию элементов степной и таежной флоры. Наиболее известными являются островные боры лесостепи: Усманский в долине Воронежа, Хреновской в долине Битюга, Цнинский в долине Цны. В меньшей степени изучен Иловайский лесной массив в долинах рек Иловая и Воронежа.

Объекты и методы. Объектом исследования послужил Иловайский лесной массив общей площадью 710 км^2. Данный объект находится в пределах Тамбовской и Липецкой областей. В Тамбовской области он занимает 47,3 тыс. га, располагается в границах Первомайского и Мичуринского районов и включает два лесничества (Хоботовское и Мичуринское). Данная территория относится к северной лесостепи Окско-Донской равнине, Воронежскому физико-географическому району.

Четвертичные отложения представлены флювиогляциальными песками фазы отступления донского ледника и аллювиальными голоценовыми песками, частично перевеянными. Пески имеют прослойки суглинков, что способствует формированию рядов почв по увлажнению в зависимости от мезорельефа и глубины залегания подстилающей породы.

Общая ландшафтная характеристика территории описана в монографиях и статьях, относящихся к XX в. [1-3].

Предметом исследования является почвенный покров Иловайского лесного массива и его связь с растительностью и геоморфологическими условиями, а также характер и интенсивность антропогенного влияния на почвы.

В качестве методов исследования использовались традиционные для российского почвоведения профильный и сравнительно-географический. Дистанционный мониторинг состояния почвенного покрова осуществлялся с помощью серии разновременных космических снимков (Google Earth) и их обработки в программе и Quantum GIS.

Результаты исследований и их обсуждение. В пределах массива выделяются зандровая водораздельная равнина, надпойменно-террасовый и пойменный тип местности. В экологическом каркасе Тамбовской области Иловайский массив образует крупное экологическое ядро с транзитными коридорами по долинам рек Иловай и Воронеж. Несмотря на высокое ландшафтное разнообразие территории, коэффициент естественной защищенности Воронежского ландшафтного района является низким (0,36), что характеризует критическую ситуацию [4]. В качестве деградационных явлений выделяется две группы: 1) природные (развитие суффозии, линейной эрозии по склонам); 2) антропогенные (карьеры, очистные сооружения, сельскохозяйственная деятельность) и остаточное загрязнение небольшой части территории ^{137}Cs [5].

Ввиду уникальности ландшафтов Иловайского лесного массива для Тамбовской области еще в 1983 г. прозвучал призыв к охране и предложение о переводе в категорию запретной полосы шириной в 1 км всей долины реки. Частичная реализация этого проекта была осуществлена в 2016 г. Постановлением администрации Тамбовской области № 1244, которое установило две особо охраняемые природные территории (ООПТ) регионального значения [6-7]:

1) Иловайский (2101 га вдоль русла р. Иловай шириной 200 м по обеим берегам). На территории находятся 18 видов растений и 33 вида животных, внесенных в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу Тамбовской области;

2) Иловай-Воронежский болотно-боровой комплекс (2900 га, охватывающий часть водораздельной заболоченной равнины). На территории находятся 31 вид растений и 69 видов животных, внесенных в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу Тамбовской области.

В настоящее время почвенный покров Иловайского лесного массива остается слабо изученным. В литературе встречаются лишь общие закономерности взаимосвязи рельефа, почв и растительности [3, с. 100]. Отдельные публикации в XXI в. посвящены точечному описанию почв или решению отдельных вопросов [8-10] без формирования комплексной системы пространственного представления данных о почвенном покрове на ландшафтной основе. Вместе с тем своеобразие изучаемой территории выражается в большой доле интразональных для лесостепи подзолистых, дерново-подзолистых, болотных-подзолистых, болотных верховых и низинных, аллювиальных почв. В связи с этим территория может быть выделена в отдельный почвенный район – Иловайско-Воронежский серых лесных и дерново-подзолистых с участием болотных на песчаных и двучленных отложениях.

Несмотря на то, что образованные ООПТ носят комплексный профиль, в значимости памятников природы не упоминаются почвы. Причина заключается в отсутствии четкого понимания экологической значимости почв для охраняемых растений, животных и стабильности ландшафта в целом *(таблица 1)*.

Почвы Иловайского массива, имеющие преимущественно песчаный и супесчаный гранулометрический состав верхних горизонтов, являются максимально уязвимыми к антропогенному воздействию по сравнению с почвами суглинистого состава. Бесструктурность почв – главная причина быстрого развития эрозионных процессов. Уничтожение растительности и лесной подстилки в лесах приводит к развеванию песков и проявлению линейных форм эрозии. Нарушение экологического равновесия отдельными участками отмечается как на зандровой водораздельной равнине, так и в пределах надпойменно-террасового и пойменного типа местности. На водораздельной равнине при сведении леса и распашке почв развитие дефляции произошло несколько циклов дефляции в течение XIX-XX вв. Это привело к формированию сильно эродированных серых лесных почв и почвенных комбинаций с погребенными профилями супесчано-суглинистых почв, перекрытых песчаными наносами мощностью 70-110 см.

Таблица 1

Экологические функции почв [11]

<table>
<tr><th>Физические</th><th>Химические и физико-химические</th><th>Биологические</th><th>Информационные</th></tr>
<tr><td>Жизненное пространство</td><td rowspan="2">Аккумуляция биофильных элементов, ферментов, биохимической энергии</td><td>Среда обитания организмов</td><td>Регуляция структуры экосистемы</td></tr>
<tr><td>Аккумулятор влаги</td><td rowspan="2">Связующее звено биологического и геологического круговорота веществ и энергии</td><td rowspan="2">Сигнализация изменений состояния экосистемы</td></tr>
<tr><td>Защитная экологическая ниша</td><td>Сорбция веществ и микроорганизмов</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Депо семян и эмбрионов</td><td>Деструкция и минерализация органических остатков</td><td rowspan="2">Биологическая продуктивность (плодородие)</td><td rowspan="2">Запись и хранение показателей истории экосистемы (почва-память)</td></tr>
<tr><td>Ресинтез органических и минеральных веществ</td></tr>
</table>

Очаги развеваемых песков в пойме реки Иловай на первых надпойменных террасах были изучены автором еще в 2002-2003 гг. [8]. Быстрое иссушение почв на южных и юго-западных склонах дюн в комплексе с преобладающими ветрами и низким проективным покрытием растительности (и, следовательно, слабым задернением почв) приводят к образованию очагов развеваемых песков при относительно умеренном выпасе домашних животных (коровы, овцы, лошади). Почвенное обследование территории показало наличие комплекса погребенных почв, перекрытых навеянным слоем песка различной мощности (20-50 см и более).

Анализ профилей, содержащих погребенные почвы, помогает восстановить историю наступления циклов дефляции после сведения леса в пределах различных типов местности. Установлено, что до вырубки леса растительность представляла чередование сосновых лесов на дерново-подзолистых почвах разной степени оглеения, покрывавших дюны с чернольшаниками на болотных низинных почвах в глубоких понижениях притеррасной поймы или заросших старицах. Мощность торфяного слоя достигает 1 м.

Наибольший процент эродированных почв отмечается в окрестностях поселений. В среднем течении Иловая напряженная обстановка сложилась у с. Ранино. Зафиксированные проявления дефляции (на первой надпойменной террасе и в пойме), а также линейной водной эрозии (в береговых склонах реки) после образования ООПТ «Иловайский» не прекратились. Напротив, по границе с ООПТ возник карьер по добыче песков, в связи с чем площадь оголенных развеваемых участков увеличилась с 2018 по 2023 гг., а экологическая нестабильность участка ландшафта возросла. Дефляция может оказать отрицательное влияние на охраняемые в ООПТ виды флоры и фауны. Незащищенность границ ООПТ является причиной их высокой уязвимости. Почвозащитные мероприятия в зоне потенциального влияния хозяйственной деятельности у границ ООПТ должны стать приоритетом при организации охранных мероприятий на участках песчаных боров.

Заключение. Отсутствие необходимой информации об экологической устойчивости почв Иловайского лесного массива является следствием слабой изученности почвенного покрова. В связи с этим необходимо проводить комплексные почвенные исследования для создания современной базы данных уникального и экологически значимого природного объекта. Помимо описания строения, состава и свойств почв требуется установить режимы их функционирования (водный, тепловой, окислительно-восстановительный, пищевой, микробиологический), что позволит выявить взаимосвязи в природных экосистемах и оценить степень изменения/деградации при различных видах и степени антропогенного воздействия. Сравнительно-географический анализ состава и разнообразия почвенных комбинаций с таковыми в других островных борах лесостепи (Цнинском, Хреновском, Усманском) позволит установить общие черты, специфику почвообразования и геохимические особенности на песчаных (и двучленных) отложениях для каждого из типов местности (водораздельного, надпойменно-террасового и пойменного). Это и будет реальным информационным наполнением почвенного блока концепции экологических сетей и экологического каркаса.

Объективная и современная информация о функционировании почвенных систем, их внутриландшафтной изменчивости, построение «цифровых образов» почв позволит более эффективно решать комплекс фундаментальных и прикладных вопросов (эволюция почв под влиянием изменения климата и антропогенных влияний, роль островных боров в лесостепи в депонировании углерода, оценка экологической устойчивости почв и боровых экосистем в целом, проблемы землепользования, защиты и охраны почв).

Список литературы

1. Мильков Ф.Н., Михно В.Б., Дроздов К.А. и др. Долинно-речные ландшафты Среднерусской лесостепи. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1987. 256 с.
2. Кузьмина М.М. Примечательные ландшафты Иловайского лесного массива // Памятники природы Тамбовской области. Воронеж: Цент-Черноозем. изд-во, 1983. С. 138-147.
3. Дудник Н.И. Природные ресурсы и ландшафты Тамбовской области. Тамбов, 1980. 144 с.
4. Абрамова Л.А. Структура ландшафтов Тамбовской области и формирование экологических сетей: Автореф. дис. … канд. геогр. наук: 25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов. Воронеж, 2010. 24 с.
5. Эколого-геологическая схема М 1:500 000 к государственной геологической карте Российской федерации. Воронежская серия. Карта четвертичных образований. N – 37-XXIX (Мичуринск). Роснедра, ВСЕГЕИ, 2022.
6. Памятник природы регионального значения «Иловайский» [Электронный ресурс]. URL: http://www.oopt.aari.ru/oopt/Иловайский (дата обращения: 10.02.2024).
7. Иловай-Воронежский болотно-боровой комплекс [Электронный ресурс]. URL: http://www.oopt.aari.ru/oopt/Иловай-Воронежский-болотно-боровой-комплекс (дата обращения: 10.02.2024).
8. Анциферова О.А. Современное состояние дюнных комплексов левобережья реки Иловай // Растения и животные Тамбовской области: кадастр и мониторинг. Сборник науч. трудов. Мичуринск: ФГОУ ВПО МГПИ, 2003. С. 6-23.
9. Зайдельман Ф.Р., Степанцова Л.В., Никифорова А.С., Красин В.Н., Даутоков И.М., Красина Т.В. Новообразования (ортштейны и псевдофибры) поверхностно-оглеенных супесчаных почв севера Тамбовской равнины // Почвоведение. 2019. № 5. С. 544-557. DOI: 10.1134/S0032180X19050125.
10. Золотарев М.Г., Красин В. Н., Красина Т.В. Особенности песчаных почв под пологом соснового леса севера Тамбовской равнины // Наука и образование. 2021. Т. 4. № 4. С. 238.
11. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. 412 с.

УДК 574.3 (471.42)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-109-115

ИСЧЕЗНУВШИЕ ВИДЫ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ СТЕПЕЙ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ (УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ) ПОД ВЛИЯНИЕМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

EXTINCT VERTEBRATE SPECIES OF THE STEPPES OF THE MIDDLE VOLGA REGION (ULYANOVSK REGION) UNDER THE INFLUENCE OF HUMAN ACTIVITIES

Артемьева Е.А.[1], Кривошеев В.А.[1], Грудинин Д.А.[2]
Artemieva E.A.[1], Krivosheev V.A.[1], Grudinin D.A.[2]

[1]Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, Ульяновск, Россия
[2]Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
[1]Ulyanovsk State Pedagogical University of I.N Ulyanov, Ulyanovsk, Russia
[2]Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: [1]hart5590@gmail.com, [2]grudininda@yandex.ru

Аннотация. В 1990-х гг. XX века на территории разнотравно-дерновинно-злаковых, дерновинно-злаковых настоящих и опустыненных степей Среднего Поволжья произошло постепенное исчезновение титульных эндемиков. В статье детально рассмотрены три вида титульных эндемика степей (*Tetrax tetrax*, *Otis tarda* и *Vormela peregusna*), включенных в Красные книги РФ и регионов. В данной работе проведена оценка возможности обитания исчезнувших видов позвоночных животных (*Tetrax tetrax*, *Otis tarda*, *Vormela peregusna*) в Ульяновской области. Для обитания и гнездования *Tetrax tetrax* и *Otis tarda* в Ульяновской области имеются необходимые гнездопригодные степные и луговые биотопы с высокорослыми густыми зарослями трав для укрытия гнезд. Также имеются старые залежи и пашни, которых птицы не избегают. Для обитания перевязки имеются необходимые для вида степные биотопы с достаточной численностью подземных и норных грызунов (*Spalax microphthalmus*, *Ellobius talpinus*, *Spermophilus major*, *Spermophilus suslicus*, др.). Главные лимитирующие факторы для трех видов аналогичны: распашка степей и перевыпас скота, применение ядохимикатов, работа тяжелой техники на полях, геологоразведка, газо- и нефтедобыча, браконьерство. Для *Vormela peregusna* важно сочетание степных биотопов с высокой плотностью подземных грызунов. Эти виды титульных эндемиков степей в большой долей вероятности могли сохраниться на территории Ульяновской области, благодаря их обитанию и охране в соседних регионах.
Ключевые слова: титульный эндемик, степь, Среднее Поволжье.

Abstract. In the 1990s of the XX century, the gradual disappearance of titular endemics occurred on the territory of mixed grass-grass-grass-grass, sod-grass-grass true and deserted steppes of the Middle Volga region. Three species of titular endemics of steppes (*Tetrax tetrax*, *Otis tarda* and *Vormela peregusna*) included in the Red Books of the Russian Federation and regions are considered in detail in the article. In this paper we assessed the possibility of habitat of endangered vertebrate species (*Tetrax tetrax*, *Otis tarda*, *Vormela peregusna*) in the Ulyanovsk region. Nesting habitat for *Tetrax tetrax* and *Otis tarda* in Ulyanovsk region includes necessary nesting habitats of steppe and meadow biotopes with high-growing dense grasses for sheltering nests. There are also old fallow lands and arable lands, which the birds do not avoid. Steppe biotopes necessary for the species with sufficient numbers of subterranean and burrowing rodents (*Spalax microphthalmus*, *Ellobius talpinus*, *Spermophilus major*, *Spermophilus suslicus*, etc.) are available for the habitat of the bandage. The main limiting factors for the three species are similar: ploughing of steppes and overgrazing, use of pesticides, operation of heavy machinery in fields, geological exploration, gas and oil extraction, poaching. The combination of steppe biotopes with high density of subterranean rodents is important for *Vormela peregusna*. These species of titular endemics of steppes in a high probability could be preserved on the territory of Ulyanovsk region due to their habitat and protection in neighbouring regions.
Key words: titular endemic, steppe, Middle Volga region.

Введение. Изменение ландшафтов и фауны степей Северной Евразии (Днепровско-Донского и Волго-Уральского междуречий) в прошедшем столетии происходило под влиянием естественных природных процессов и под мощным воздействием антропогенных факторов. Особенно ярко они проявились в опустыненных степях Прикаспия и сухой степи Сыртовой равнины Заволжья. За последние 50 лет фауну данной территории пополнили на одну треть представители южного пустынного, на две трети северного лесного комплексов [1]. В 1990-х гг. прошлого века на территории разнотравно-дерновинно-злаковых, дерновинно-

злаковых настоящих и опустыненных степей Среднего Поволжья, Прикаспийской низменности и Сыртовой равнины Заволжья и Южного Урала в связи с сокращением сельскохозяйственного производства на значительных площадях залежей и пастбищ начались процессы демутации растительности, продолжающиеся по настоящее время [1, 2].

На территории степей Северной Евразии в конце XX-начале XXI в. произошли масштабные изменения фауны и численности млекопитающих по сравнению с первой половиной прошлого века. Это отразилось в появлении значительного количества видов-вселенцев и исчезновении некоторых коренных видов млекопитающих. В то же время произошло снижение численности некогда массовых видов. Отмеченные процессы объясняются, с одной стороны, антропогенным воздействием, которое для одних видов было прямым в виде намеренной и случайной интродукции млекопитающих, представляющих собой ценные объекты охотничьего промысла, для других – опосредованным через изменение кормовой базы и снижения сохранности местообитаний. При этом, значительная часть видов млекопитающих расселилась на исследованной территории естественным образом в результате изменений природных условий [1, 3].

За последние десятилетия в видовом составе растительного и животного мира Среднего Поволжья произошли значительные изменения. Это, прежде всего, связано с изменениями климатических условий и ландшафтов в регионе. В течение XX в. усилилась распашка естественных степей на данной территории. В Среднем Поволжье (Ульяновской области) из-за распашки и уничтожения естественных степей и лугов практически исчезли многие виды растений и животных: рябчик шахматовидный, шпажник черепитчатый, стрепет, дрофа, степная популяция большого кроншнепа, перевязка и степная пищуха [4, 5].

Цель работы: оценить возможность восстановления исчезнувших видов позвоночных животных (стрепет, дрофа, перевязка) в Ульяновской области.

Материал и методы. Исследования проводились в Ульяновской, Самарской, Саратовской, Пензенской, Волгоградской, Оренбургской областях, а также в Республике Калмыкия. Период исследований включает полевые сезоны 2007-2022 гг. На исследованной территории выполнялись наблюдения, фотосъемка биотопов и видов (стрепет, дрофа, перевязка). Проводилось исследование коллекций зоологических музеев УлГПУ им. И.Н. Ульянова (г. Ульяновск), ПГУ (г. Пенза), Дарвиновского музея (г. Москва), а также проводилось анкетирование охотоведов и охотников по исследованным видам.

Результаты и обсуждение. Площадь степей Ульяновской области составляет 1862,5 км^2, или 5% от площади области. Данный тип биотопов включает в себя степные растительные ассоциации в сочетании с лесными колками, а также сенокосы и пастбища на бывших степных угодьях. Наибольшую площадь степи занимают в Радищевском, Старокулаткинском и Новоспасском районах [5]. Трех титульных эндемиков степей (стрепет, дрофа и перевязка) рассмотрим более детально, все они включены в Красные книги РФ и регионов [6-8].

Стрепет *Tetrax tetrax* (Linnaeus, 1758) (Otididae), уязвимый вид, находящийся под угрозой исчезновения. Обитает на северной границе ареала в ряде регионов (Самарская, Саратовская, Ростовская, Оренбургская области, Краснодарский край, Алтайский край, Республика Татарстан, Казахстан, др.) *(рисунок 1)* [6].



а б в

Рисунок 1. Стрепет: а – Дарвиновский музей, г. Москва, 18.09.2007 г., фото Е.А. Артемьевой; б – Оренбургская область, планируемое ООПТ, Заказник «Троицкий», 24.07.2013 г., фото Д.А. Грудинина; в – Калмыкия, Маныч-Гудило, 07.11.2011 г., фото М.А. Королькова.

В Ульяновской области вид отмечался до 70-х гг. XX века [4]. Обитал в степях Радищевского, Старокулаткинского, Павловского районов Ульяновской области.

Возможные точки обитания стрепета в Ульяновской области связаны с Сызрано-Терешкинским и Южно-Сызранским выделами: окр. с. Соловчиха Радищевского района, окр. с. Вязовый Гай Старокулаткинского района, солонцеватые луга в пойме р. Терешка; окр. с. Вязовка Радищевского района [2, 3].

Гнездопригодные биотопы представляют кострецово-мятликово-разнотравные солонцеватые луга с мытником мохнатоколосовым *Pedicularis dasystachys* Schrenk, ирисом солончаковым *Iris halophila* Pall. Луга подстилают подсоленные глинистые луговые почвы. Доминантами являются полынь высокая *Artemisia procera* Willd., бодяк съедобный *Cirsium esculentum* (Siev.) C.A. Mey., морковник обыкновенный *Silaum silaus* (L.) Schinz et Thell. Луговое разнотравье представлено астрагалом рогоплодным *Astragalus cornutus* Pall., лютиком стоповидным *Ranunculus pedatus* Waldst. et Kit., рябчиком шахматовидным *Fritillaria meleagroides* Patrin ex Schult. et Schult., тюльпаном Биберштейна *Tulipa biebersteiniana* Schult. et Schult. fit. Другим возможным биотопом могут быть кринитариево-полынные степи [3].

В Зоологическом музее УлГПУ им. И.Н. Ульянова в экспозиции и фондовой коллекции упоминается 1 экз. (Av 63.1, Ч, фабричная работа, 1960 г., Грюкова Л.А., Синягина Н.П.). Гнездо стрепета с кладкой яиц найдено в Пензенской области в мае 2020г. (О.А. Полумордвинов, личное сообщение).

В Волгоградской области, в окр. с. Михайловка 03.05.2011 г. обнаружено место токования стрепетов – каменистая меловая степь в сочетании с солонцеватыми мезофильными лугами, на котором было отмечено 5 особей (И.В. Муравьев, личное сообщение) *(рисунок 2)*.

В Оренбургской области, на территории Заказника «Троицкий», 24.07.2013 г. обнаружен молодой стрепет, в полынной степи (*рисунок 1*). В Оренбургской области 14.06.2016 г. найдены птенцы стрепета в окр. с. Листвянка Беляевского района, на 10-ти летней лессинго-ковыльной залежи. В 2021 г. данный гнездопригодный биотоп был распахан (С.В. Левыкин, личное сообщение) *(рисунок 2)*.



а



б



в



г

Рисунок 2. Стрепет: а – птенцы в Оренбургской области, 14.06.2016 г., фото С.В. Левыкина; б – биотоп с токовыми площадками в окр. с. Михайловка Волгоградской области, 03.05.2011 г.; в – гнездопригодный биотоп, солонцеватый луг в пойме р. Терешка. Старокулаткинского района Ульяновской области, 22.05.2009 г.; г – гнездопригодный биотоп, Пионовая балка Старокулаткинского района, 23.05.2009 г., фото Е.А. Артемьевой.

Дрофа *Otis tarda tarda* Linnaeus, 1758 (Otididae), вымирающий вид. Находится на северной границе ареала в Самарской, Саратовской, Ростовской, Оренбургской областях, Казахстане, др. *(рисунок 3)* [6]. Дроф целенаправленно разводят в Саратовском и Ростовском питомниках с целью сохранения и поддержания в природе численности их популяций.

Дрофа в недавнем прошлом обитала в пределах Сызрано-Терешкинского лесостепного выдела Ульяновской области, который занимает восточную и центральную часть Старокулаткинского, восточную часть Павловского, западную часть Радищевского, юго-восточную часть Николаевского районов. На нижнем плато расположены сохранившиеся степные участки. Освоенность человеком данной территории немного выше средних показателей. Дрофа является видом-маркером данной территории [4, 5].



а б в

Рисунок 3. Дрофа: а – Дарвиновский музей, г. Москва, 18.09.2007 г., фото Е.А. Артемьевой; б – дрофа и стрепет: Зоологический музей ПГУ, г. Пенза, 30.09.2022 г., фото Е.А. Артемьевой; в – Ассоциация «Живая природа степи», г. Ростов-на-Дону, 29.04.2013 г., фото Д.А. Грудинина.

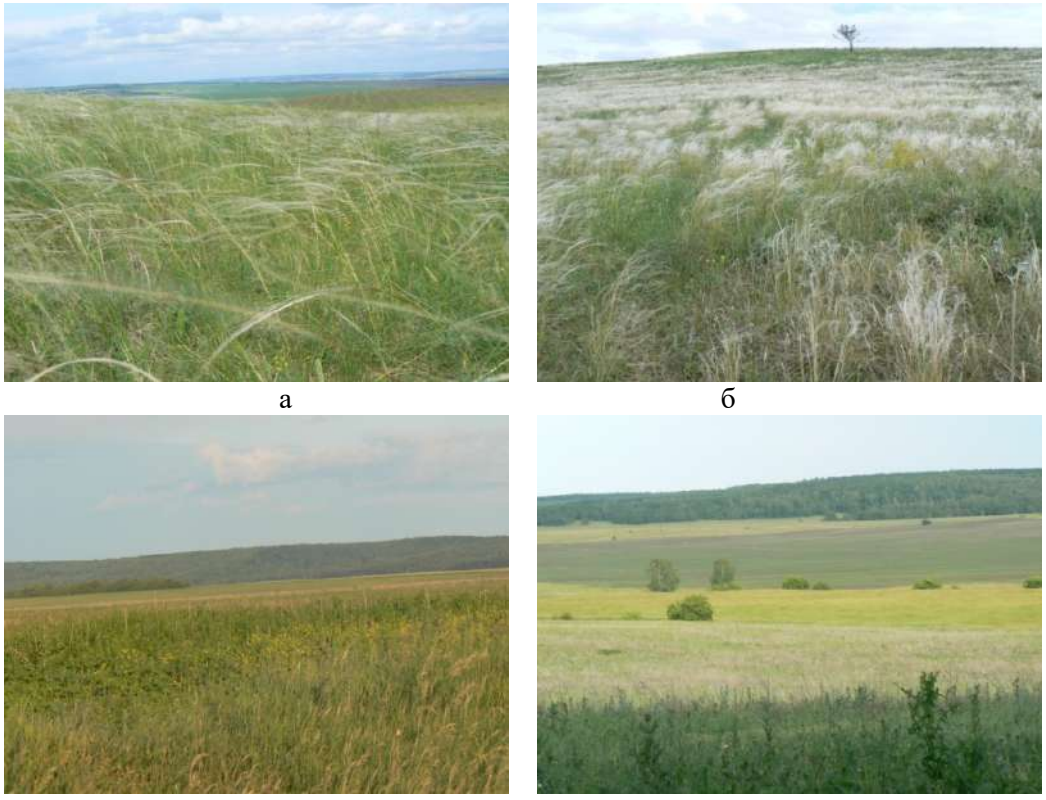
Летом 2011 г. в окр. п. Октябрьский Радищевского района молодая птица перебегала автотрассу. В Старокулаткинском заказнике дрофа всегда являлась редким видом. Гнездование дрофы возможно в Варваровской степи Николаевского района *(рисунок 4)*. Летом 2022 г. гнездо дрофы найдено в Пензенской области (О.А. Полумордвинов, 2020-2022).

Гнездопригодные биотопы представляют степные перистоковыльные, тырсовые участки, кострецово-разнотравная степь с пионом тонколистным *Paeonia tenuifolia*, адонисом весенним *Adonis vernalis* ковылем-тырсой *Stipa capillata*, ковылем перистым *Stipa pennata*, оносмой простейшей *Onosma simplicissima*, живучкой хиосской *Ajuga chia*, ирисом карликовым *Iris pumila* [3].

Перевязка (мраморный хорь) *Vormela peregusna peregusna* Gueldenstaedt, 1770 (Mustelidae), уязвимый вид. Обитает на северной границе ареала в ряде регионов (Самарская, Саратовская, Ростовская, Оренбургская области, Краснодарский край, Алтайский край, Республика Татарстан, Казахстан, др.) [2]. В Зоологическом музее УлГПУ им. И.Н. Ульянова в экспозиции и фондах представлено 2 экз. (Ма 26.1., Ростовская область) *(рисунок 5)*.

Перевязка обитает в соседних Самарской (Самарская Лука), Саратовской (Саратовские степи) областях, вероятно, в Пензенской области (Неверкинский, Сердобский, др. районы по южной границе с Саратовской областью). Поэтому отдельные особи могут перемещаться в Ульяновскую область по южной границе, на стыке с Самарской и Саратовской областями (Радищевский и Старокулаткинский районы), также на стыке с Пензенской областью – в Павловском районе (окр. с. Сытинка, др.) *(рисунок 5).*

В Ульяновской области перевязка может обитать в пределах Верхнекададинского степного выдела, который занимает юго-восточную часть Павловского района. Данный выдел представляет собой слаборасчленённое открытое пространство, покрытое степной растительностью. Для данной местности видами-маркерами являются степной хорь и перевязка. Также мраморный хорь может быть встречен в Южно-Сызранском степном выделе, который покрывает центральную и восточную части Радищевского, южную часть Новоспасского и западную часть Старокулаткинского районов. Здесь ещё сохранились естественные коренные степи. К характерным видам можно отнести обыкновенного слепыша [3, 5].



а б в г

Рисунок 4. Гнездопригодные биотопы дрофы в Ульяновской области: а, б – Варваровская степь Николаевского района, 10.06.2010 г.; в – окр. п. Октябрьский Радищевского района, 22.06.2007 г.; г – окр. с. Шаховское Павловского района, 11.06.2010 г. Фото Е.А. Артемьевой.



а б в

Рисунок 5. Перевязка: а – Зоологический музей УлГПУ им. И.Н. Ульянова, г. Ульяновск, 27.10.2022 г..; б – Зоологический музей ПГУ, г. Пенза 30.09.2022 г.; в – биотоп, окр. с. Сытинка Павловского района Ульяновской области, 26.08.2019 г. Фото Е.А. Артемьевой.

Мраморный хорь обитает на открытых засушливых степных каменистых участках, в долинах возвышенностей и на невысоких холмах, в кустарниковых степях; глинистых степях и солончаках; на участках сельскохозяйственных и залежных земель [9].

Биотопы представлены, в основном, каменистыми меловыми степями, ковыльными, ковыльно-разнотравными, кострецовыми и луговыми степями, тырсовыми и тырсово-разнотравными степями с доминированием ковыля-волосатика *Stipa capillata*. В разнотравье принимают участие копеечник крупноцветковый *Hedysarum grandiflorum*, бурачок ленский *Alyssum lenense*, пижма Киттари *Tanacetum kittaryanum*. Кроме того, биотопы могут представлять перистоковыльные степи с ковылем перистым *Stipa pennata*, кустарниковые степи с преобладанием спиреи городчатой *Spiraea crenata*, засоленные степи с гониолимоном высоким *Goniolimon elatum*. Для обитания перевязки пригодны разнотравные каменистые степи с копеечником крупноцветковым *Hedysarum grandiflorum*, скабиозой исетской *Scabiosa isetensis*,

тимьяном клоповым *Thymus cimicinus*, ирисом карликовым *Iris pumila*, качимом высочайшим *Gypsophyla altissima*, эфедрой двуколосковой *Ephedra distachya* [3].

Перевязка обитает на участках с высоким обилием обыкновенного слепыша *Spalax microphthalmus* Guldenstaedt, 1770, который является основной ее добычей, поэтому она с большой вероятностью может быть там обнаружена. Живет в их норах, иногда расширяя их под себя [10].

Перевязка – в основном, слепышеед, поэтому она обитает там, где в массе живет слепыш, охотники ее называют «рябой хорь». Зверек также охотится на других подземных и норных грызунов (слепушонка *Ellobius talpinus* (Pallas, 1770), рыжеватый суслик *Spermophilus major* (Pallas, 1779), крапчатый суслик *Spermophilus suslicus* (Guldenstaedt, 1770), серый хомячок *Cricetulus migratorius* (Pallas, 1773), др.). При дефиците привычной добычи рацион мраморного хорька включает не только грызунов, но и мелких птиц, ящериц, улиток и жуков [9]. Перевязка не избегает поселений человека, может быть встречена на окраинах сельских населенных пунктов. В целом, представители семейства Mustelidae перемещаются по норам грызунов в поисках добычи, что является их групповой специализацией как норных хищников.

Ареалы перевязки и слепыша практически совпадают. Перевязка расселялась в Среднем Поволжье из Казахстана в начале XX века и является у нас видом-вселенцем. Ареал перевязки доходит на восток до Монголии [10].

Заключение. Проведена оценка возможности восстановления популяций исчезнувших видов позвоночных животных (стрепет, дрофа, перевязка) в Ульяновской области.

Для восстановления популяций стрепета и дрофы области имеются необходимые гнездопригодные степные и луговые биотопы с высокорослыми сообществами трав для укрытия гнезд этих видов птиц, а также старые залежи, которых птицы не избегают.

Для восстановления перевязки имеются необходимые для вида степные биотопы с достаточной численностью подземных и норных грызунов (*S. microphthalmus*, *E. talpinus*, *S. major*, *S. suslicus*, *C. migratorius*, др.).

Для *V. peregusna* важно сочетание степных биотопов с высокой плотностью подземных грызунов. Сокращение популяции перевязки может быть связано, как с разрушением среды обитания в результате экстенсивного сельского хозяйства, так и сокращения доступной добычи.

Главные лимитирующие факторы для всех трех видов аналогичны: распашка степей и перевыпас скота, работа тяжелой техники на полях, геологоразведка, газо- и нефтедобыча. Кроме того, высокая смертность дрофы и перевязки может быть связана с интенсивным дорожным движением и вторичным отравлением применяемых в сельском хозяйстве ядохимикатов, браконьерством.

Эти виды титульных степных эндемиков с большой долей вероятности могут быть восстановлены на территории Ульяновской области, благодаря наличию и относительной сохранности их биотопов, а также наличию и охране данных видов в соседних регионах. Проблема восстановления данных видов на территории Ульяновской области требует проведения специальных целенаправленных исследований.

Благодарности. *Авторы благодарят С.В. Левыкина, М.А. Королькова за предоставленные фото стрепетов, О.А.Полумордвинова за возможность посещения Зоологического музея ПГУ.*

Список литературы

1. Абрахина И.Б., Осипова В.Б., Царев Г.Н. Позвоночные животные Ульяновской области / Под ред. доктора биол. наук Д.И. Бибикова. Ульяновск: «Симбирская книга», 1993. 246 с.

2. Артемьева Е.А., Корепова Д.А., Корольков М.А. Эколого-географический атлас Ульяновской области / Под ред. Е.А. Артемьевой; Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова. Ульяновск: «Корпорация технология продвижения», 2017. 92 с.

3. Артемьева Е.А., Масленников А.В., Масленникова Л.А., Корепов М.В., Корепова Д.А., Корольков М.А., Кривошеев В.А., Бородин О.В., Смирнова С.Л. Новые и перспективные ООПТ Ульяновской области / Под ред. Е.А. Артемьевой; Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова. Ульяновск: Изд-во «Корпорация технологий продвижения», 2017. 268 с.

4. Красная книга Самарской области. Т. 2. Редкие виды животных / Под ред. С.В. Симака и С.А. Сачкова. Самара: Изд-во Самарской государственной областной академии Наяновой, 2018. 352 с.

5. Красная книга Ульяновской области / Под науч. ред. Е.А. Артемьевой, А.В. Масленникова, М.В. Корепова; Правительство Ульяновской области. М.: Изд-во «Буки Веди», 2015. 550 с.

6. Опарин М.Л., Опарина О.С., Матросов А.Н., Кузнецов А.А. Динамика фауны млекопитающих степей Волго-Уральского междуречья за последнее столетие // Поволжский экологический журнал. 2010. № 1. С. 71-85.

7. Павлинов И.Я., Крускоп С.В., Варшавский А.А., Борисенко А.В. Наземные звери России. Справочник-определитель. М.: Изд-во КМК, 2002. 298 с.

8. Рябицев В.К. Птицы Урала, Приуралья и Западной Сибири (справочник-определитель). Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2001. 608 с.

9. Чибилёв А.А. Степная Евразия: региональный обзор природного разнообразия. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Оренбург, 2017. 324 с.

10. Gorsuch W.A., Lariviere S. Vormela peregusna // Mammalian species. 2005. № 779. P. 1-5.

УДК 911.2(470.56)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-116-124

ИНДИКАЦИЯ ЛАТЕРАЛЬНЫХ ВОДНЫХ ПОТОКОВ ПО ДИНАМИКЕ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ В БУРТИНСКОЙ СТЕПИ

INDICATION OF LATERAL WATER FLOWS BASED ON THE DYNAMICS OF VEGETATION INDICES IN THE BURTYNSKAYA STEPPE

Ашихмин А.П.
Ashikhmin A.P.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия
Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia

E-mail: brumman4@gmail.com

Аннотация. На основе 51 космического снимка Landsat 5 и 8 методом статистики Getis-Ord Gi была оценена достоверность возникновения положительных аномалий фитомассы («горячих пятен») или, отражающих кластеры пикселов с повышенными значениями NDVI в сравнении с радиусом в 300 м на примере участке государственного заповедника «Оренбургский» «Буртинская степь». На основе 3 из полученных снимков была проведена классификация и интерпретация фитоценозов, используя данные полевых описаний. Были выделены интересующие бассейны и проведены расчеты вероятности положительных аномалий фитомассы, их корреляции в прительвеговых и водосборных фациях и доли занимаемой площади каждым из фитоценозов в бассейне. На основе полученных данных был проведен анализ зависимости между фитоценозами и корреляциями положительных аномалий для попытки индикации внутрипочвенных латеральных водных потоков в бассейне. Предполагается, что по сопряженному изменению площадей положительных аномалий в прительвеговых и водосборных фациях и по сообществам, произрастающим в бассейне представляется возможным индикация наличия латеральной связи. Наличие лесных и кустарниковых сообществ в пределах бассейна может указывать на наличие латеральных связей.

Ключевые слова: степь, NDVI, латеральные связи, фитоценоз, анализ горячих пятен.

Abstract. Based on 51 Landsat 5 and 8 satellite images using the Getis-Ord Gi statistics method, we calculated the repeatability of positive phytomass anomalies ("hot spots"), which shows clusters of pixels with increased NDVI values compared to 300 m neighborhood, using the example of the "Burtinskaya Steppe" area of the Orenburgskii Nature Reserve. We used 3 space images to perform classification of phytocenoses followed by field verification. We identified the catchments of interest and estimated the probability of positive phytomass anomalies, their correlation in the near-thalweg and drainage geosystems, as well as the proportion of area occupied by each of phytocenoses in the catchment. This enabled us to analyze the relationship between area of each type of phytocenoses and correlations of positive anomalies in near-thalweg and drainage geosystems. By doing so, we indicated intensity of intrasoil lateral flows in the basin. We concluded the associated change in the areas of positive anomalies in the near-thalweg and drainage geosystems and in the phytocenoses allows indicating lateral connection in a catchment. The forest and shrub communities turned out to be the best indicator of the stable lateral water flows.

Key words: steppe, NDVI, lateral connections, phytocenosis, hot spot analysis.

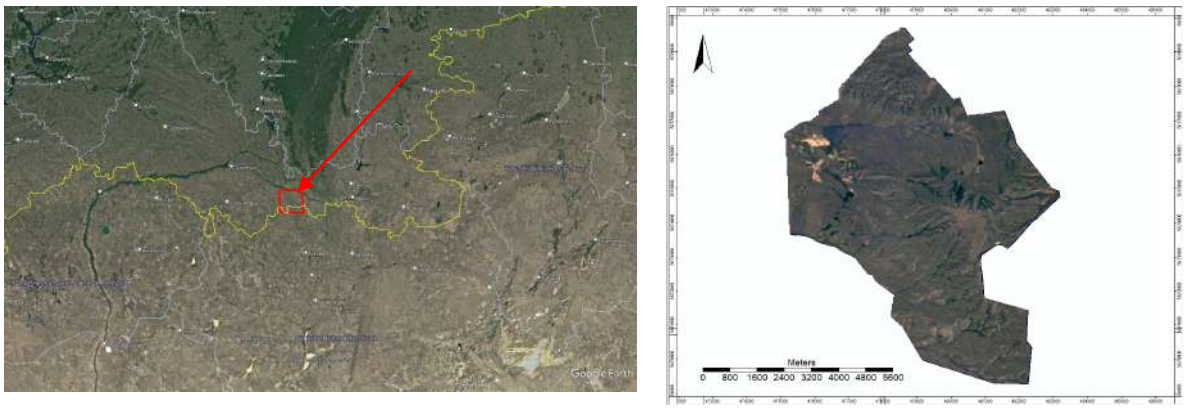
Введение. В степных фитоценозах ведущими факторами, влияющим на изменчивость растительной биомассы, выступают гидротермические условия года из-за высокой чувствительности степных сообществ к изменениям в увлажненности [1], на что влияет и рельеф местности, перераспределяющий влагу и тепло в ландшафте [2]. Из-за общего недостатка влаги растительность очень сильно реагирует на малейшие колебания увлажнения. В небольшом понижении, которого достаточно, чтобы быть немного более влажным местообитанием, чем его окружение, типичные степные доминанты (ксерофиты) сменяются более влаголюбивыми видами (мезоксерофитами и т.д.).

Исследования динамики фитомассы довольно трудоемки, так как нужны данные полевых наблюдений за многие годы и месяца вегетационного периода, но доступность космических снимков с возможностью создания долгих временных рядов наблюдений решает эту проблему, что продемонстрировано в некоторых исследованиях [3]. Использование нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI) для исследования фитомассы практикуется уже долгое время, что означает высокую надежность и достоверность данного показателя. Конечно,

полевые исследования реальной растительной биомассы проводятся в самых разных природных зонах, например, в степной [4], лесостепной [5], таежной зонах [6, 7] и т.д.

Латеральные связи в ландшафте, а именно внутрипочвенные потоки влаги, предлагается индицировать с помощью изучения мест повышенных значений фитомассы, подразумевая, что растительность реагирует на повышенную влажность увеличением фитомассы.

Материалы и методы. Исследование проведено на участке государственного заповедника «Оренбургский» «Буртинская степь» *(рисунки 1, 2)*. На территории преобладает моноклинальное залегание пластов осадочных пород [8]. Абсолютные отметки на участке колеблются от 420,9 м (плато Муелды) до 230 м (отметка тальвега балки Белоглинка).



А Б

Рисунок 1. А – Расположение Буртинской степи (красный четырехугольник); Б – Изучаемая территория. Снимок Landsat 8, 2019 года.

Буртинская степь лежит в континентальном секторе подзоны типичных степей на междуречье левых притоков Урала рек Урта-Буртя и Бурля в ландшафте предгорной глубокорасчленённой структурно-эрозионной возвышенной равнины, сложенной пермо-триасовыми осадочными породами молассовой формации, в сочетании с карстовыми котловинами на месте соляно-гипсовой структуры, выполненными юрскими озерными суглинками, с типичными разнотравно-типчаково-залесскоковыльными степями на южных черноземах [9]. Заповедный режим существует с конца 1980-х гг. В растительном покрове наиболее распространены залесскоковыльные степи, часто встречаются сообщества овсецовой, степномятликовой, типчаковой, мохнатогрудницевой и ковылковой формаций; нередки степи с кустарниками, кустарниковые степи и заросли кустарников, с участием *Amygdalus nana, Cerasus fruticosa, Chamaecytisus ruthenicus, Caragana frutex, Spiraea crenata, Spiraea hypericifolia*; по берегам ручьев и в местах близкого залегания грунтовых вод формируются луга и черноольшанники; по балкам встречаются осиновые и березово-осиновые колки [10].

Для исследования фитомассы был отобран 51 космоснимок, сделанный спутниками Landsat 5 и Landsat 8 с разрешением 30 м. Снимки были отобраны за период с 2010 по 2020 годы, с апреля по октябрь.

Методом статистики Getis-Ord Gi в программе ArcGis (модуль Hot spots analysis) для каждого из 51 срока была оценена достоверность возникновения положительных аномалий фитомассы («горячих пятен») отражающих кластеры пикселов с повышенными значениями NDVI в сравнении с окрестностью в 300 м вокруг пиксела, используя настройку Inverse Distance Squared. Данная настройка позволяет уменьшить вклад более дальних пикселов в расчет. В результате расчета получались точки с уровнем значимости аномалий 0,01, 0,05 или 0,10. Используемый метод позволяет вычислить участки повышенных значений фитомассы, для исследования их распределения и изменчивости в разные сезоны года и в разные годы, в зависимости от гидротермических показателей. Метод Hot spots analysis зачастую используется в исследованиях по заболеваемости [11-12], преступности [13-14] и землетрясений [15], миграциях населения [16] и т.д.

Были выделены водосборные бассейны некоторых эрозионных форм рельефа. Каждый из бассейнов, по контурам ландшафтной карты [9], был разделен на части: склоны и днище. Для каждой из частей по каждому из сроков были рассчитаны доли площадей положительных аномалий фитомассы.

Результаты и обсуждение. Для выявления и анализа областей с повышенной или пониженной фитомассой был применен метод анализа горячих пятен, выходом которого является набор точек, каждая из которых соответствует одному пикселу, показывающий кластеризацию повышенных значений фитомассы с различной степенью вероятности. Анализ был проведен для каждого срока, а затем были составлены карты вероятностей (т.е. повторяемости в долях 1) возникновения горячих пятен *(рисунок 2)*.

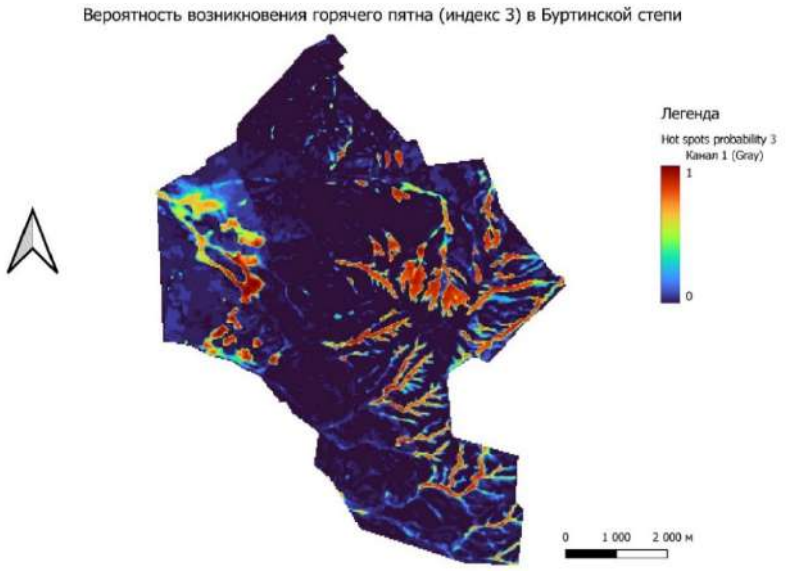


Рисунок 2. Вероятность возникновения положительных аномалий фитомассы (индекс 3 – уровень значимости 0,99).

После вычисления количества пикселей, являющихся положительными аномалиями фитомассы («горячими пятнами») для каждого срока, была рассчитана доля от площади днища лощины и ее водосбора в бассейнах в пределах сильнорасчлененной денудационной возвышенной равнины *(рисунок 3)*, занятая положительными аномалиями. Были получены коэффициенты корреляции между долями положительных аномалий фитомассы в днище и водосборе в пределах каждого бассейна по отдельности, а также значение достоверности корреляций.

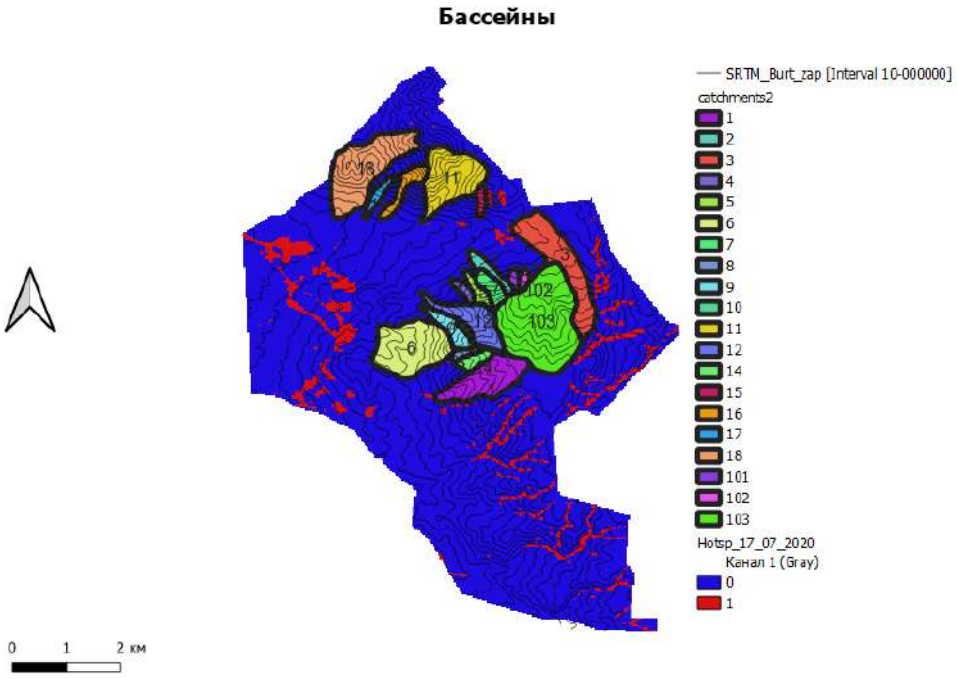


Рисунок 3. Расположение бассейнов в заповеднике.

Была проведена классификация ландшафтного покрова по 9 растрам, полученным по 3 космоснимкам, по одному на каждый сезон вегетационного периода (12 мая, 6 июля и 3 октября 2019 года). Из каждого космоснимка были получены растры Brightness (яркость, т.е. альбедо), Greenness («зеленость»), Wetness (влажность). Было получено и интерпретировано по данным полевых наблюдений 9 классов *(рисунок 4)*. Полученная классификация использовалась для исследования зависимости латеральных связей в бассейнах на денудационной сильнорасчлененной возвышенной равнине, для чего были рассчитаны доли занимаемой площади каждым из фитоценозов *(таблица 1)*.

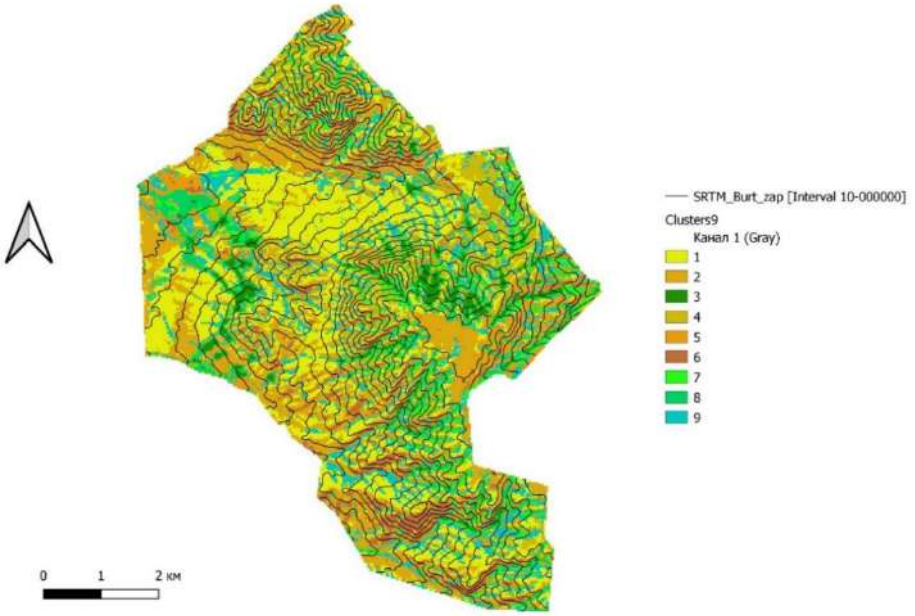


Рисунок 4. Классификация ландшафтного покрова по космоснимкам.

1 – Степи ксерофитные австрийскополынно-грудницево-типчаково-залесскоковыльные (склон северной эксп. балки Белоглинка), 2 – Степи мезоксерофитные ковылково-полынно-типчаково-залесскоковыльные с пятнами (плато Муелды, подгорный шлейф южной эксп. балки Белоглинка), 3 – Колки мезофитные осиновые таволгово-кострецово-вейниковые по днищам глубоко врезанных лощин, 4 – Степи мезоксерофитные ядовитоястребинково-грудницево-прострелово-типчаково-залесскоковыльные со спиреей и ракитником на теневых склонах массива Муелды, 5 – Степи мезоксерофитные понтийскополынно-кострецово-типчаково-залесскоковыльные со спиреей и ракитником по лощинам и водосборным понижениям, 6 – Степи петрофитные мятликово- залесскоковыльно-типчаковые со спиреей и эфедрой, иногда мордовником, пыреем иневатым, по южным склонам и днищам лощин, 7 – Луга марьянниково-девясилово-таволгово-кострецовые мезофитные с кустарниками, местами с осиной по днищам лощин, 8 – Луга ползучепырейно-понтийскополынно-солонечниково-вейниково-кострецовые мезофитные с осиной по днищам лощин (и балки Белоглинка), 9 – Степи мятликово-таволгово-типчаково-ковыльные со спиреей и ракитником по водосборным понижениям и лощинам, местами засоленные.

Таблица 1

Структура растительного покрова бассейнов в пределах сильнорасчлененной денудационной возвышенной равнины. Типы фитоценозов – см. *рисунок 4*.

Бассейны	Доля классов фитоценозов								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,131	0,208	0,086	0,086	0,068	0,088	0,146	0,083	0,104
2	0,565	0,019	0	0,182	0,019	0	0,024	0	0,191
3	0,225	0,08	0,025	0,299	0,105	0,018	0,059	0,044	0,144
4	0,232	0,027	0,	0,464	0,018	0	0,063	0	0,196
5	0,206	0	0,112	0,359	0,006	0	0,224	0,024	0,071
6	0,385	0,21	0	0,16	0,025	0,043	0,005	0,004	0,169
7	0,157	0	0,136	0,226	0,026	0	0,204	0,013	0,238
8	0,08	0,149	0	0,218	0,126	0,172	0,172	0	0,08
9	0,184	0,069	0,007	0,387	0,023	0,003	0,134	0,02	0,174

Бассейны	Доля классов фитоценозов								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,196	0	0	0,608	0	0	0,059	0,	0,137
11	0,11	0,208	0,002	0,128	0,163	0,109	0,09	0,029	0,162
12	0,142	0,071	0,103	0,22	0,047	0,033	0,242	0,055	0,087
14	0,138	0,11	0	0,315	0,11	0,127	0,105	0	0,094
15	0,071	0,283	0	0	0,222	0,303	0,02	0,04	0,061
16	0,082	0,298	0	0,14	0,113	0,103	0,158	0,021	0,086
17	0,095	0,703	0	0,101	0,032	0,019	0,019	0	0,032
18	0,123	0,123	0	0,151	0,092	0,119	0,05	0	0,1
101	0,558	0	0	0,065	0,013	0	0,052	0	0,312
102	0,403	0,134	0	0	0,119	0	0	0	0,343
103	0,123	0,131	0,156	0,124	0,098	0,005	0,119	0,116	0,128

Были получены коэффициенты корреляции между долями положительных аномалий фитомассы в днище и водосборе в пределах каждого бассейна по отдельности, а также уровни значимости *(таблица 2)*. Корреляции косвенно отражают характер зависимости количества фитомассы в притальвеговых геосистемах от количества в склоновых фациях и отражает степень их латеральной связности потоками внутрипочвенной влаги (т.к. поверхностный сток существует только в весенний период). Если коэффициент корреляции между положительными аномалиями фитомассы в днище лощины и водосборе низок, значит имеет место другие, неучтенные моделью процессы.

Таблица 2

Корреляции между долями площадей положительных аномалий фитомассы днищ и водосборов лощин и их достоверность (по 51 сроку)

Номер бассейна	Коэффициент корреляции	p-value (уровень значимости)	Количество сроков с положительными аномалиями фитомассы в днище	Количество сроков с положительными аномалиями фитомассы в водосборе
1	0,9442	0	48	51
2	0,5356	0	1	6
3	-0,0186	0,8971	48	50
4	0,4516	0	5	6
5	0,9209	0	48	49
6	0,3745	0,0068	28	20
7	0,9605	0	46	48
8	0,8715	0	6	12
9	0,6445	0	43	36
10	-	-	0	0
11	-0,0825	0,5651	47	44
12	0,7833	0	49	48
14	0,7891	0	4	17
15	0,3396	0,0148	41	20
16	0,7477	0	20	27
17	-0,0318	0,8247	1	3
18	0,3359	0,016	23	30
101	-0,0589	0,6812	4	2
102	-	-	0	2
103	0,9604	0	49	50

По степени связи (корреляции) водосбора и тальвега исследуемые бассейны можно разделить на 4 класса *(таблица 3)*. В первый класс выделены бассейны с сильной положительной достоверной корреляции, во второй – бассейны с более слабой, но положительной и достоверной корреляцией, в третий – бассейны с наличием положительных аномалий с отрицательной, но недостоверной связью, а в четвертый выделены бассейны, в которых за все сроки наблюдений появлялось малое количество положительных аномалий, или они вообще не возникали.

Таблица 3

Классы бассейнов по связям положительных аномалий фитомассы

Группа	Бассейны
1	1, 5, 7, 9, 12, 16, 103
2	6, 15, 18
3	3, 11
4	2, 4, 8, 10, 14, 17, 101, 102

Изучение характеристик положительных аномалий фитомассы («горячих пятен» – областей повышенных значений фитомассы – по отношению к окружающему пространству), а именно длины, площади, неразрывности полос по эрозионным формам рельефа позволяет по косвенным индикаторам изучить внутрипочвенные потоки влаги в ландшафте, в частности по лощинам, а также по бассейнам в целом. Выдвигается гипотеза, что характеристики ареалов положительных аномалий фитомассы индицируют наличие или отсутствие (в зависимости от гидротермических условий) внутрипочвенных потоков влаги, связи между урочищами водосбора и днища. Фитомасса выступает индикатором увлажненности, ее повышенные значения указывает на места повышенного уровня грунтовых вод и/или влажности почв. Неразрывная полоса положительных аномалий фитомассы указывает на гидрологическую связность различных фаций по течению лощины, а значит, на присутствие внутрипочвенного потока влаги – латеральной связи. Серия космических снимков позволяет наблюдать внутрисезонную и межгодовую динамику положительных аномалий фитомассы и выяснить устойчивость латеральных связей, а также при каких гидротермических условиях эта связь может исчезать или появляться. Изучение состава фитоценозов и занимаемой ими площадей в бассейнах может позволить выяснить, какие фитоценозы указывают на устойчивое или периодически возникающее наличие положительных аномалий фитомассы, а какие наоборот на их постоянное отсутствие.

Для каждого из полученных классов интенсивности латеральной связи в бассейне были рассчитаны средние доли площадей фитоценозов, так как латеральные связи в бассейнах могут индицироваться сообществами, произрастающими в них *(таблица 4)*.

Таблица 4

Структура растительного покрова (% типов фитоценозов от площади бассейна) для классов тесноты корреляционной связи между долями пятен повышенной фитомассы в склоновых и притальвеговым урочищах водосборных бассейнов (классов интенсивности латеральной связи)

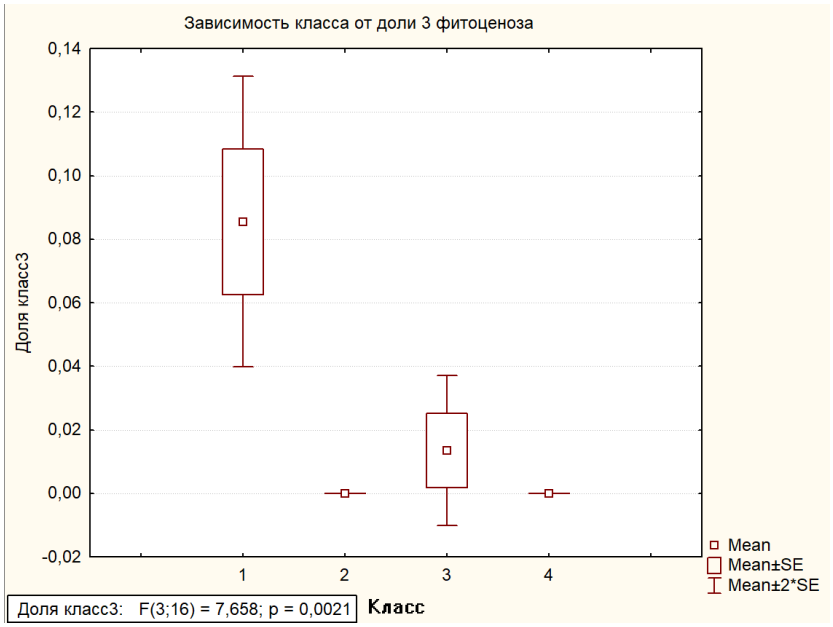
Фитоценоз	Класс бассейнов по характеру связи между долями положительных аномалий фитомассы в склоновых и притальвеговых фациях			
	1 Сильная положительная связь	2 Слабая положительная связь	3 Отсутствие связи	4 Слабая недостоверная отрицательная связь
1	0,15	0,19	0,17	0,28
2	0,11	0,29	0,14	0,14
3	0,09	0,00	0,01	0,00
4	0,22	0,10	0,21	0,24
5	0,05	0,11	0,13	0,05
6	0,03	0,16	0,06	0,04
7	0,18	0,03	0,07	0,06
8	0,05	0,01	0,04	0,00
9	0,13	0,11	0,15	0,17

В 4 класса объединяются 20 бассейнов. Расчет площади пятен повышенной фитомассы по NDVI осуществлен для 51 срока космической съемки в период апрель-октябрь 2010-2020 гг. *(фитоценозы см. рисунок 4)*.

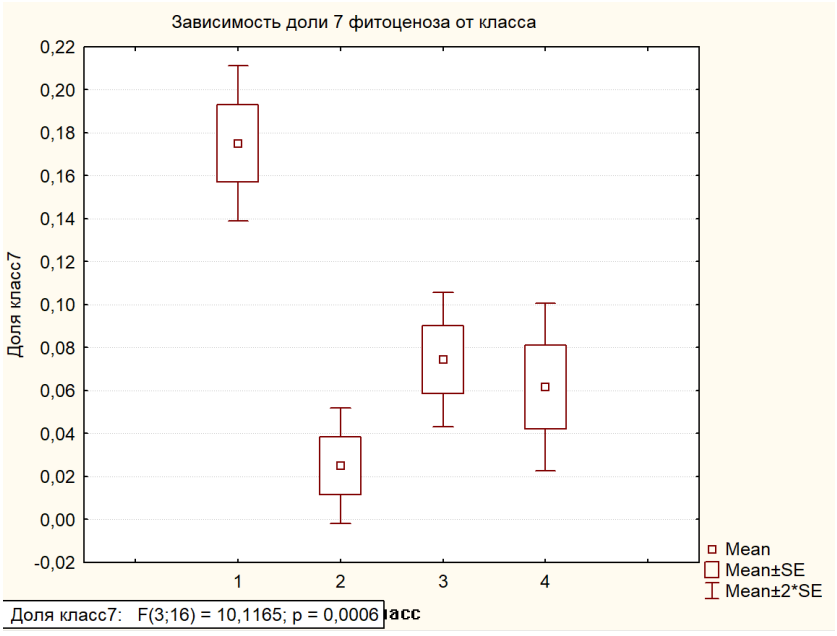
В классе бассейнов 1, с наибольшей корреляцией положительных аномалий фитомассы в тальвеге и водосборе *(таблица 3)*, наблюдается наибольшая доля лесных сообществ *(рисунок 5А)*, что и может определять такие высокие показатели корреляции положительных

аномалий фитомассы. Также этот класс отличается значительно большей долей лугов марьянниково-девясилово-таволгово-кострецовых мезофитных с кустарниками, местами с осиной, чем в других классах. Кустарники также могут повышать подземный сток за счет более эффективного задержания снега при метелевом переносе, по сравнению со степями, а значит и увеличивать латеральную связь в бассейнах. Но необходимо отметить, что в классе, в котором латеральных связей практически нет, лесные сообщества также встречаются. В целом, сообщества с древесными видами усиливают латеральную связь между водосбором и тальвегом.

Доля луговых фитоценозов с кустарниками (класс 7) в классе 1 с сильной положительной корреляцией наибольшая *(рисунок 5Б)*, а в остальных имеет более низкие значения.



А



Б

Рисунок 5. А – Различия доли колков мезофитных осиновых таволгово-кострецово-вейниковых (3 фитоценоз по *рисунок 4*); Б – Различия доли лугов марьянниково-девясилово-таволгово-кострецовых мезофитных с кустарниками, местами с осиной в бассейне между классами тесноты латеральной связи (Mean– среднее, SE – стандартная ошибка, Raw data) (классы: 1 – сильная положительная связь, 2 – менее сильная положительная связь, 3 – недостоверная связь, 4 – не появляются или редко появляются положительные аномалии фитомассы).

Таким образом, по долям фитоценозов в бассейнах не всегда можно однозначно определить интенсивность латеральной гидрологической связи бассейне. При высоких показателях лесных фитоценозов можно предполагать, что в этих бассейнах корреляции положительных аномалий фитомассы наиболее высокие, но в 3 классе, где также присутствуют лесные сообщества, корреляции почти нет. Высокая остепненность может указывать, на то, что латеральные связи в таких бассейнах не очень сильные, но при рассмотрении классов с малой, отсутствующей или отрицательной корреляцией не заметна зависимость корреляции от доли степей в бассейнах. Например, во 2 классе доля степей значительно выше, чем в 3, хотя 2 класс характеризуется более высокими показателями корреляции положительных аномалий фитомассы в тальвеге и водосборе. То есть мы можем установить довольно заметные различия между классом с сильной корреляцией и остальными классами, но между другими классами сделать это гораздо труднее.

Положительные аномалии фитомассы, в данном исследовании, выступают в роли индикатора наличия внутрипочвенного потока влаги между склонами и днищем. По повторяемости положительных аномалий фитомассы на фоне типичных степей можно идентифицировать сообщества, которые не просто наращивают фитомассу, но и могут изменять видовой состав на более мезофитный, а значит которые обладают устойчивостью-пластичностью [17], т.е. способностью переходить из одного устойчивого состояния структуры и функционирования в другое [18].

Заключение. Метод «горячих пятен» эффективно отражает области повышенных значений фитомассы и дает представление об распределении фитомассы по изучаемой территории на основе вегетационного индекса NDVI.

Выделение бассейновых геосистем и анализ положительных аномалий фитомассы на склонах и в днище позволяет индицировать латеральные связи внутри бассейнов.

По долям лесных и кустарниковых сообществ можно судить об интенсивности латеральной связи между водосбором и тальвегом – они индицируют наличие связей.

Исследование выполнено в рамках Госзадания географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова № 121051300176-1 «Факторы и процессы пространственно-временной организации природных и антропогенных ландшафтов».

Список литературы

1. Холбоева С.А., Намзалов Б.Б. Основы степеведения. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского гос. ун-та, 2010. 112 с.

2. Солнцев Н.А. Учение о ландшафте (избранные труды). М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. 384 с.

3. Савин И.Ю., Чендев Ю.Г. Причины многолетней динамичности индекса NDVI (MODIS), осреднённого для пахотных земель на уровне муниципалитетов Белгородской области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 2. С. 137-143. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-2-137-143.

4. Дусаева Г.Х., Максутова Н.В. Сезонная динамика запасов надземной фитомассы в разнотравно-овсецово-типчаково-залесскоковыльном сообществе с Poa transbaicalica и Spiraea crenata // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. № 11(211). С. 79-83.

5. Зверева Г.К. Динамика надземной фитомассы в сообществах Приобской лесостепи и Северной Кулунды при заповедовании // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2022. № 21-1. С. 81-85. DOI: 10.14258/pbssm.2022017.

6. Пристова Т.А. Динамика надземной фитомассы живого напочвенного покрова в лиственных фитоценозах послерубочного происхождения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2019. Т. 21. № 2-2 (88). С. 204-209.

7. Косых Н.П. Динамика фитомассы сфагновых мхов на болотах Западной Сибири // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2014. Т. 4. № 2. С. 74-78.

8. Чибилёв А.А., Паршина В.П., Мусихин Г.Д., Рябинина З.Н., Самигуллин Г.М., Немков В.А., Классен Д.В., Павлейчик В.М., Сергеев А.Д. Степной заповедник «Оренбургский». Екатеринбург: Уральское издание РАН, 1996. 76 с.

9. Хорошев А.В., Еремеева А.П., Мерекалова К.А. Оценка межкомпонентных связей в Степном и таежном ландшафтах с учетом изменяемой пространственной единицы // Известия Русского географического общества. 2013. Т. 145. № 3. С. 32-42.

10. Калмыкова О.Г. О растительном покрове Госзаповедника «Оренбургский» // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1 (4). С. 1024-1026.

11. Siljander M., Uusitalo R., Pellikka P., Isosomppi S., Vapalahti O. Spatiotemporal clustering patterns and sociodemographic determinants of COVID-19 (SARS-CoV-2) infections in Helsinki, Finland // Spatial and Spatiotemporal Epidemiology. 2022. Vol. 41. P. 100493.

12. Kuznetsov A., Sadovskaya V., Spatial variation and hotspot detection of COVID-19 cases in Kazakhstan, 2020 // Spatial and Spatio-temporal Epidemiology. 2021. Vol. 39. P. 100430. DOI: 10.1016/j.sste.2021.100430.

13. Liu Y., Cheng Z., Li X. How to prevent and control community risks? Identifying community burglary risk hotspots based on time-space characteristics // Journal of Safety Science and Resilience. 2023. Vol. 4. Is. 2. P. 130-138. DOI: 10.1016/j.jnlssr.2022.12.004.

14. Nemeth S.C., Mauslein J.A., Stapley C. The primacy of the local: Identifying terrorist hot spots using geographic information systems // Journal of Politics. 2014. Vol. 76. No. 2. P. 304-317. DOI: 10.1017/S0022381613001333.

15. Chandra Pal S., Saha A., Chowdhuri I., Ruidas D., Chakrabortty R., Roy P., Shit M., Earthquake hotspot and coldspot: Where, why and how? // Geosystems and Geoenvironment. 2023. Vol. 2. Is. 1. P. 100130. DOI: 10.1016/j.geogeo.2022.100130.

16. Добрякова В.А., Москвина Н.Н., Жегалина Л.Ф. Статистика Getis-Ord Gi* при обработке многолетних данных содержания углеводородов в бассейне реки Большой Балык // Геодезия и картография. 2020. Т. 81. № 5. С. 54-64. DOI: 10.22389/0016-7126-2020-959-5-54-64.

17. Хорошев А.В., Ашихмин А.П. Динамика пространственной организации фитомассы в заповедном степном ландшафте (на примере Буртинской степи, заповедник «Оренбургский») // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2023. № 8. С. 103-114.

18. Гродзинський М.Д. Ландшафтна екологія. К.: Знання, 2014. 550 с.

УДК 551.5:636.38(58)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-125-132

АГРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПУСТЫННОЙ ЗОНЫ УЗБЕКИСТАНА

AGROCLIMATIC CHARACTERISTICS OF THE DESERT ZONE OF UZBEKISTAN

Бабушкин О.Л.[1], Сулаймонова Н.Н.[2]
Babushkin O.L.[2], Suleimonova N.N.[2]

[1,2]Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан
[1,2]Hydrometeorological Research Institute, Tashkent, Uzbekistan

E-mail: [1]boleg1944@mail.ru, [2]ufo789@mail.ru

Аннотация. В работе представлена агроклиматическая характеристика пустынной зоны Узбекистана, являющейся основной кормовой базой каракулеводства республики. Дается краткая климатическая характеристика рассматриваемой территории. Показано разнообразие почвенно-растительного покрова рассматриваемой территории. Представлена схема агроклиматического районирования каракулеводческих пастбищ по условиям выпаса каракульских овец, включающая 10 агроклиматических районов, с представлением средней урожайности трех основных типов пастбищ. Основное внимание уделяется распределению запасов почвенной влаги, необходимой для роста, развития пастбищной растительности в весенний период. Показана динамика распределения во времени средних многолетних декадных запасов продуктивной влаги в почве в слоях 0-20 и 0-50 см в весенний период и распределение их по территории пастбищ. Установлена тесная корреляционная связь между запасами продуктивной влаги на различных почвенных уровнях. Рассматриваются метеорологические факторы ранневесеннего периода, влияющие на высоту побегов осоки и полыни, формирующих урожайность каракулеводческих пастбищ, а также такие метеорологические условия, приводящие к весеннему выгоранию эфемеров и эфемероидов в начале мая, и условия для определения даты начала летнего покоя полыни в начале июня.

Ключевые слова: Каракулеводческие пастбища, пустыня Кызылкум, типы пастбищ, урожайность, запасы продуктивной влаги.

Abstract. The work presents the agroclimatic characteristics of the desert zone of Uzbekistan, which is the main fodder base for Karakul farming in the republic. A brief climatic description of the territory under consideration is given. The diversity of soil and vegetation cover of the territory under consideration is shown. A scheme of agroclimatic zoning of Karakul pastures according to the grazing conditions of Karakul sheep is presented, including 10 agroclimatic regions, presenting the average yield of the three main types of pastures. The main attention is paid to the distribution of soil moisture reserves necessary for the growth and development of pasture vegetation in the spring. The dynamics of the time distribution of average long-term ten-day reserves of productive moisture in the soil in layers of 0-20 and 0-50 cm in the spring and their distribution over the pasture territory are shown. A close correlation has been established between reserves of productive moisture at different soil levels. We consider meteorological factors of the early spring period, influencing the height of sedge and wormwood shoots, which form the productivity of karakul pastures, as well as such meteorological conditions leading to the spring burning of ephemerals and ephemeroids in early May, and the conditions for determining the date of the beginning of summer dormancy of wormwood in early June.

Key words: Karakul pastures, Kyzylkum desert, types of pastures, productivity, reserves of productive moisture.

Введение. Республика Узбекистан находится в центре материка Евразия. Она располагается почти в 4000 км от Атлантического океана, в 5500 км от Тихого, в 2500 км от Северного Ледовитого океана и порядка 2000 км от Индийского. Такое положение Узбекистана определяет его резкую континентальность и засушливость климата [1]. По классификации Б.П. Алисова, территория Средней Азии относится к континентальному типу субтропического типа [1].

Более 70% площади Узбекистана или свыше 300 тыс. км^2 занимают равнины, на большей части которых располагаются пустынные и полупустынные пастбища, составляющие главную кормовую базу каракулеводства республики. Каракулеводство является одной из основных отраслей сельского хозяйства Узбекистана, главной продукцией которой является смушек – каракуль, и каракульча – шкурки не родившихся ягнят, которые высоко ценятся на мировом рынке. Кроме того, каракульская овца дает шерсть, мясо, а также сычуг – часть желудка убитых

на каракуль ягнят, сычужный фермент которого используется для свертывания молока в сыроварении.

В настоящее время на пастбищах Узбекистана выпасается по состоянию на 01 января 2023 г. около 6,0 млн голов каракульских овец.

Каракулеводческие пастбища, являющиеся основным источником питания каракульских овец, занимают площадь 17,5 млн га. Они располагаются от плато Устюрт, расположенного западнее обсохшего Аральского моря, захватывают пустыню Кызылкум и прилегающие к ней полупустынные территории на востоке и юго-востоке.

Равнинная территория Узбекистана, согласно агроклиматическому районированию [2], охватывает две климатические провинции: Туранскую и Центрально-Казахстанскую. К последней относится только Устюрт и часть Кызылкума, лежащая севернее 43,5-44,0° с.ш. [3]. Различия между ними в зимний период характеризуются разными воздушными массами: на севере, в Центрально-Казахстанской провинции, преобладает арктическая воздушная масса с устойчивыми морозами, в Туранской – воздушная масса умеренных широт, отмечается активное развитие циклонической деятельности с неустойчивой погодой богатой осадками. Отличаются эти провинции сезонным выпадением осадков. В Туранской провинции основные осадки выпадают в осенне-зимне-весенний период, на летний сезон приходится только 2-5% годового их количества. В Центрально-Казахстанской провинции они распределяются более равномерно по сезонам.

Отличительной особенностью Туранской провинции являются «вегетационные» зимы, то есть зимы, при которых пастбищная растительность не переходит в состояние полного «зимнего покоя». В такие зимы не отмечается устойчивого перехода температуры воздуха через 0°С в сторону понижения. На юге провинции таких зим 80-90%, по мере продвижения к северу, к границе с Центрально-Казахстанской провинцией, их количество сокращается до 0-5%.

В среднем многолетнем количество осадков в пустынной зоне составляет от 80 до 200 мм в год.

Температурный режим на пустынной территории разнообразен. На Устюрте в отдельные годы температура воздуха зимой опускается до -38°С, летом она поднимается до 46°С. В центральных районах пустыни Кызылкум температура достигала почти 50°С (Бузаубай, Машикудук).

Запасы почвенной влаги, необходимые для вегетации пастбищной растительности, формируются в основном за счет осадков осенне-зимне-весеннего периода. Однолетние и многолетние травы (эфемеры и эфемероиды) осенне-весеннего цикла развития, то есть растения с неглубокой корневой системой, питаются влагой верхних горизонтов почвы, полукустарники с более развитой корневой системой используют влагу верхних и средних слоев почвы до 70-75 см; кустарники, обладающие глубокой и разветвленной корневой системой вплоть до 150 см, могут вегетировать в течение всего теплого периода года.

Почвенно-растительный покров пастбищ разнообразен. Основными типами пастбищ являются белосаксауловые и кустарниковые на песчаных почвах; полукутарниковые, джусановые, боялышевые, кейреуковые и биюргуновые – на серо-бурых почвах [4].

Песчаные почвы и пески характерны для северных, центральных, западных районов Кызылкума. Здесь располагаются белосаксауловые пастбища. Урожайность этих пастбищ достигает 3-5 ц/га. Для них характерны: *Haloxylon persicum* Bunge ex Boiss. & Buhse, *Calligonum leucocladum* (Schrenk) Bunge, *Astragalus villosissimus* Bunge, *Salsola arbuscula* Pall., *Ephedra strobilacea* Bunge; из трав распространены: *Carex physodes* M. Bieb., *Aristida karelinii* (Trin. & Rupr.) Roshevitz, разнообразны эфемеры [5]. Для песчаных пустынь характерно, что при одном и том же количестве осадков урожайность их выше, чем у глинистых пустынь.

На серо-бурых гипсоносных почвах, на каменистых склонах возвышенностей (Тамдытау, Кульджуктау и др.) ведущее место занимают полынники с *Artemisia diffusa* Krasch. ex Poljakov, *A. turanica* Krasch., сообщества эфемеров *Poa bulbosa* L., *Carex pachystylis* J. Gay, *Bromus tectorum* L., кейреуково-боялышевые сообщества с *Salsola rigida* Pall., *Salsola arbuscula* Pall.

На засоленных почвах в растительном покрове многочисленны виды родов *Astragalus*, часто встречаются *Salsola arbuscula* Pall., *Salsola rigida* Pall., *Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bunge, *Convolvulus divaricatus* Regel & Schmalh., однолетние солянки, эфемеры единичны. На солонцеватых серо-бурых почвах развиты виды рода *Artemisia*, а также *Salsola rigida*, *Salsola gemmascens* Pall., *Halocharis hispida* (Schrenk ex C.A. Mey.) Bunge, *Bromus tectorum* L., *Convolvulus divaricatus* [6].

На востоке и северо-востоке пустынная и полупустынная территория сменяется предгорной равниной с ее сероземными почвами, которая лежит выше 200 м над уровнем моря. Эти районы характеризуются большим увлажнением. Количество осадков здесь превышает 200-250 мм в год. Сероземы, по сравнению с серо-бурыми почвами, значительно богаче гумусом. Для пастбищ этой территории характерны эфемеры и эфемероиды, включая *Poa bulbosa* и *Carex pachystylis*, распространены полыни и др. На засоленных почвах произрастают однолетние солянки, в частности, *Salsola sclerantha* С.А. Меу.

Урожайность этих пастбищ напрямую зависит от погоды. В годы с теплой и влажной весной урожайность достигает до 5 ц/га воздушно-сухой массы. Отсутствие дождей приводит к резкому снижению урожайности таких пастбищ [7].

Цель данной работы – представить урожайность различных типов каракулеводческих пастбищ Узбекистана, выявить запасы продуктивной влаги в почве, их распределение в корнеобитаемом слое почвы в весенний период.

Объектом исследования являются каракулеводческие пастбища пустыни Кызылкум, а предметом исследования – урожайность пастбищ и продуктивная влага в почве.

Исходные данные. Для работы использованы данные по урожайности пастбищной растительности в период наибольшего отрастания травостоя, полученные по результатам обработки спутниковой информации с 1994 по 2017 гг., а также материалы сети пустынных метеорологических станций по запасам влаги в почве за весенний период с 1990 по 2020 гг.

В работе использованы статистические методы исследования.

Основные результаты и их обсуждение. С середины 60-х годов прошлого столетия в Узбекистане проводились разработки по применению авиации для определения состояния растительного покрова [8, 9]. Был разработан аэрофотометрический метод, основанный на использовании спектральных коэффициентов яркости системы «почва – растительный покров», зависящих от количества растительной массы, коэффициентов яркости различных типов почвы и растительности. Это позволило оперативно оценивать продуктивность пастбищ на больших площадях в отличие от укосного метода, дающего только точечные данные.

Начиная с 1994 года, урожайность пастбищ рассчитывалась по данным спутниковой информации спутника NOAA с аппаратурой AVHRR разрешением 1 км, усредненные по квадратам 25×25 км в момент наибольшего отрастания пастбищной растительности в весенний период [10].

Ежегодные данные урожайности пастбищ по квадратам 25×25 км осреднены за период от начала использования для расчетов урожайности пастбищ спутниковой информации с 1994 по 2017 год по основным типам пастбищ, представленным выше. Для работы выбраны типы пастбищ, занимающие наибольшие площади: белосаксауловые пастбища – около 10 млн га, полынные – около 5 млн га, кустарниковые – менее 1 млн га. Эти типы пастбищ распределены по следующим агроклиматическим районам [11]: в Навоийской области: 1. Северо-Кызылкумский, 2. Западно-Кызылкумский, 3. Центрально-Кызылкумский равнинный, 4. Центрально-Кызылкумский горный, 5. Восточно-Кызылкумский; в Бухарской области: 6. Бухарский Юго-западный, 7. Бухарский Восточный; в Каракалпакстане: 8. Каракалпакский Северо-Кызылкумский, 9. Каракалпакский Западно-Кызылкумский; в Джизакской области (степь): 10. Северо-Нуратинский полупустынный *(рисунок 1)*.

Из *таблицы 1* видно, что низкой урожайностью характеризуются западные районы: Западно-Кызылкумский, Бухарский Юго-западный и Каракалпакский Западно-Кызылкумский. Эти районы характеризуются малым количеством осадков – около 100 мм и менее в год. Наиболее низкая урожайность в Каракалпакском Северо-Кызылкумском районе, где, по всей вероятности, наряду с малым количеством осадков, велико влияние процесса усыхания Аральского моря, в результате чего образовалась новая пустыня Аралкум, которая является источником солепылепереноса на сопредельные территории.

Наиболее высокая средняя многолетняя по району урожайность по рассматриваемым типам пастбищ, составляющая 2,4-2,7 ц/га, отмечается в Восточно-Кызылкумском районе, где среднее количество осадков превышает 150 мм в год, являясь наибольшим по рассматриваемой территории. В 2009 г. урожайность на этих пастбищах достигала 3,6-3,8 ц/га. В остальных районах максимальная урожайность не превышала 3,0 ц/га.



Рисунок 1. Агроклиматические районы каракулеводческой зоны Узбекистана.

В *таблице 1* представлены значения урожайности белосаксауловых, полынных и кустарниковых пастбищ.

Таблица 1

Урожайность (ц/га) различных типов каракулеводческих пастбищ Узбекистана за 1994-2017 гг.

Район	Тип пастбища								
	белосаксауловые			полынные			кустарниковые		
	ср	макс	мин	ср	макс	мин	ср	макс	мин
Северо-Кызылкумский	1,6	2,0	1,0	-	-	-	1,9	2,6	1,1
Западно-Кызылкумский	1,4	1,9	0,7	1,2	1,7	0,5	-	-	-
Центрально-Кызыл-кумский равнинный	1,8	2,3	1,0	1,5	2,9	0,6	1,4	2,6	0,5
Центрально-Кызылкумский горный	-	-	-	1,4	2,0	0,7	-	-	-
Восточно-Кызылкумский	2,6	3,7	1,7	2,4	3,8	1,5	2,7	3,8	1,7
Бухарский Юго-западный	1,3	2,0	1,0	1,1	2,3	0,5	1,1	1,7	0,8
Бухарский Восточный	-	-	-	1,7	2,9	0,9	1,7	3,0	0,8
Каракалпакский Северо-Кызылкумский	1,0	1,2	0,5	1,0	1,3	0,5	-	-	-
Каракалпакский Западно-Кызылкумский	1,1	1,5	0,5	1,4	2,7	0,5	-	-	-

Основным источником влагообеспечения пастбищной растительности является почвенная влага, измеряемая в мм слоя воды. Почвенная влага, поступая в ткани растения через корневую систему вместе с растворенными в ней питательными веществами, участвует в процессах фотосинтеза, образовании органического вещества, транспирации, терморегуляции. От нее зависит рост, развитие, формирование урожая пастбищной растительности. Нижним пределом продуктивной влаги является влажность устойчивого завядания.

По данным пустынных метеорологических станций Кызылкума за период с 1990 по 2020 год рассмотрены запасы продуктивной влаги в слое 20 см, необходимые для произрастания мелкотравья, и в слое 50 см, необходимые для развития полукустарников и кустарников. Для анализа выбран весенний период с первой декады марта до конца мая, на который в основном приходятся все этапы роста, развития, выгорания эфемеров и эфемероидов, активного развития полукустарников и кустарников. Динамика распределения во времени средних многолетних декадных запасов продуктивной влаги в почве в слоях 0-20 и 0-50 см в весенний период представлена на *рисунке 2*.

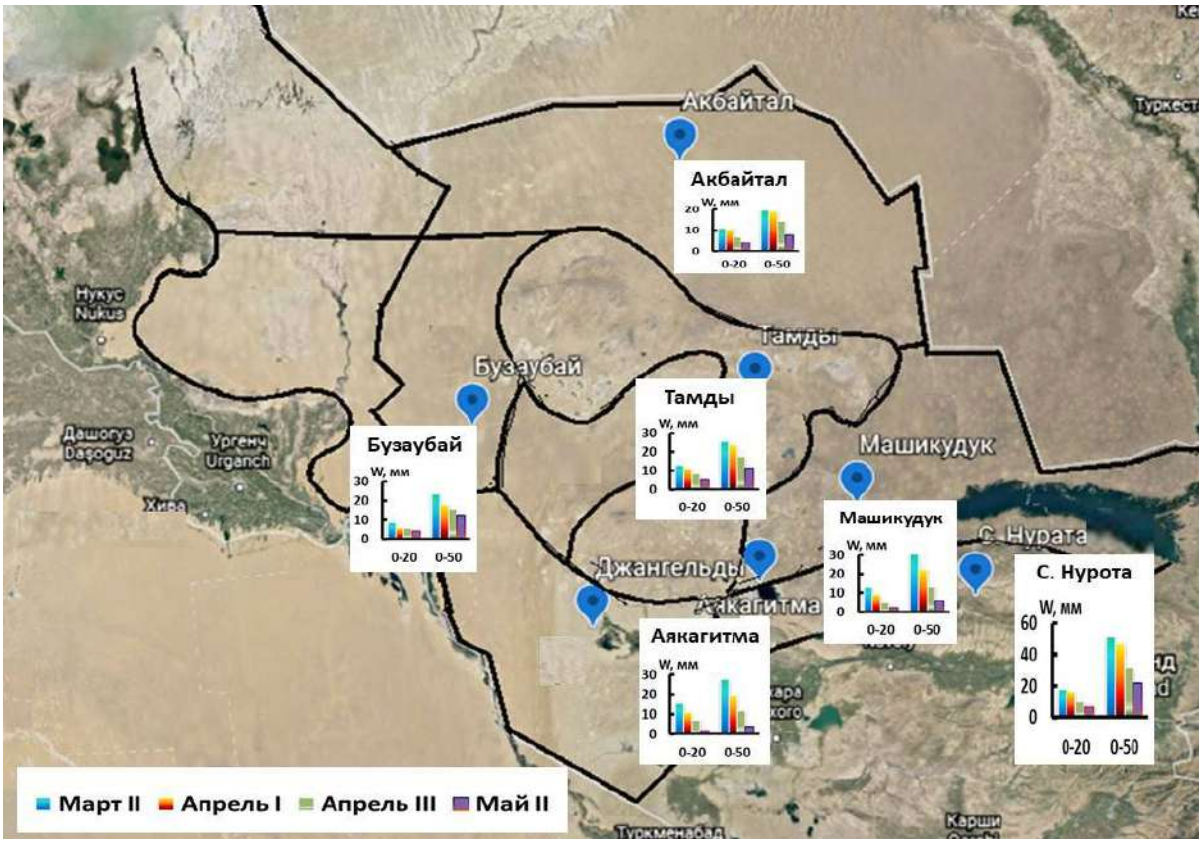


Рисунок 2. Средние многолетние декадные запасы продуктивной влаги в почве в слоях 0-20 и 0-50 см в весенний период по данным пустынных станций Узбекистана.

Наименьшее количество продуктивной влаги отмечается в районе Бузаубая в западной части Кызылкума на песчаных пустынных почвах, где годовая норма осадков составляет всего 88 мм. В слое 0-20 см количество продуктивной влаги снижается от 9 мм в начале марта до 3 мм в конце мая, в слое 0-50 см от 24 мм до 12 мм, соответственно в эти же сроки. Несколько западнее вблизи гор Тамдытау на серо-бурых почвах располагается пустынная метеостанция Тамды с годовой суммой осадков 124 мм. Запасы влаги составляют в 20-см слое от 13 мм до 5 мм, в 50-см – от 26 мм до 11 мм. В Машикудуке, также на серо-бурых почвах, при годовой норме осадков 153 мм запасы влаги составляют в те же сроки от 13 мм до 1 мм в 20-см слое и от 31 мм до 4 мм в 50-см слое. По данным станции Сентоб Нурата, расположенной в полупустынной зоне (Джизакская степь) в предгорьях Нуратау на серо-бурых почвах, где сумма осадков составляет 245 мм, количества продуктивной влаги в 1,5-2 раза больше, чем в пустынных районах. В 20-см слое она составляет от 20 мм в начале марта до 4 мм в конце мая, в 50-см – от 53 мм до 15 мм, соответственно в те же сроки. Урожайность каракулеводческих пастбищ составляет 4,7 ц/га.

Временной ход средних многолетних запасов продуктивной влаги в рассматриваемых слоях почвы в весенний период представлен на *рисунке 3*.

Между запасами продуктивной влаги в верхних и нижних слоях почвы установлена корреляционная связь. По данным рассматриваемых метеостанций за каждую декаду весеннего сезона получены уравнения регрессии, рассчитаны коэффициенты корреляции и сопровождающие их параметры. Коэффициенты корреляции колеблются от 0,83 до 0,98.

В *таблице 2* и на *рисунке 4* представлены примеры результатов расчета по данным метеорологической станции Тамды.

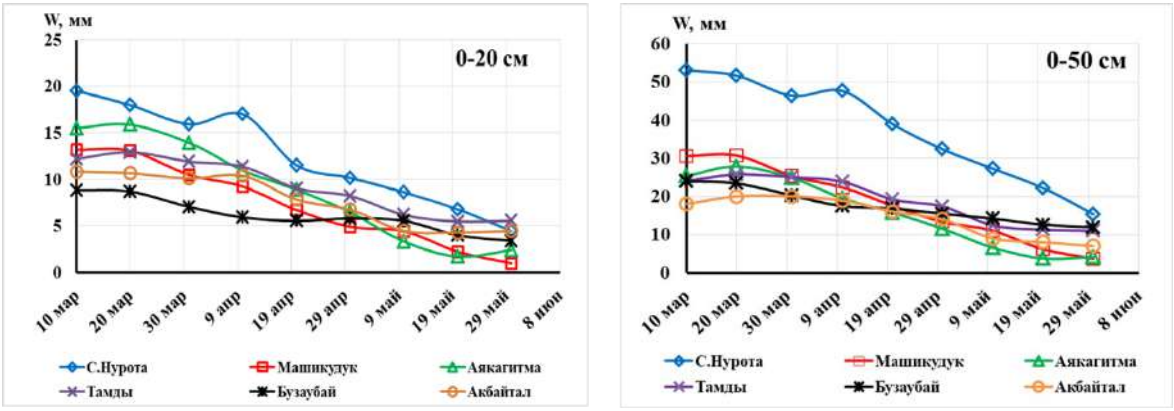


Рисунок 3. Временной ход средних многолетних запасов продуктивной влаги в слоях почвы 0-20 см и 0-50 см каракулеводческой зоны Узбекистана.

Таблица 2

Связь запасов продуктивной влаги в слое 0-50 см (W_{50}) с запасами влаги в слое 0-20 см (W_{20})

Декада	Уравнение регрессии	r	n	σ_r	$y_{ср}$ мм	$\sigma_{y,\ мм}$	$S_{y,\ мм}$	%
Март I	$W_{50} = 2{,}252W_{20} - 3{,}425$	0,958	20	0,018	24	12,542	3,585	80
Апрель I	$W_{50} = 1{,}903W_{20} + 1{,}083$	0,958	23	0,017	22	11,060	3,188	70
Май I	$W_{50} = 1{,}656W_{20} + 1{,}577$	0,943	21	0,024	13	7,520	2,500	86

Примечание: r – коэффициент корреляции, n – число случаев, σ_r – средняя ошибка коэффициента корреляции, $y_{ср\ мм}$ – средняя влажность почвы, мм, $\sigma_{y,\ мм}$ – стандартное отклонение запасов влаги, $S_{y,\ мм}$ – средняя ошибка уравнения регрессии, % – оправдываемость уравнения регрессии.

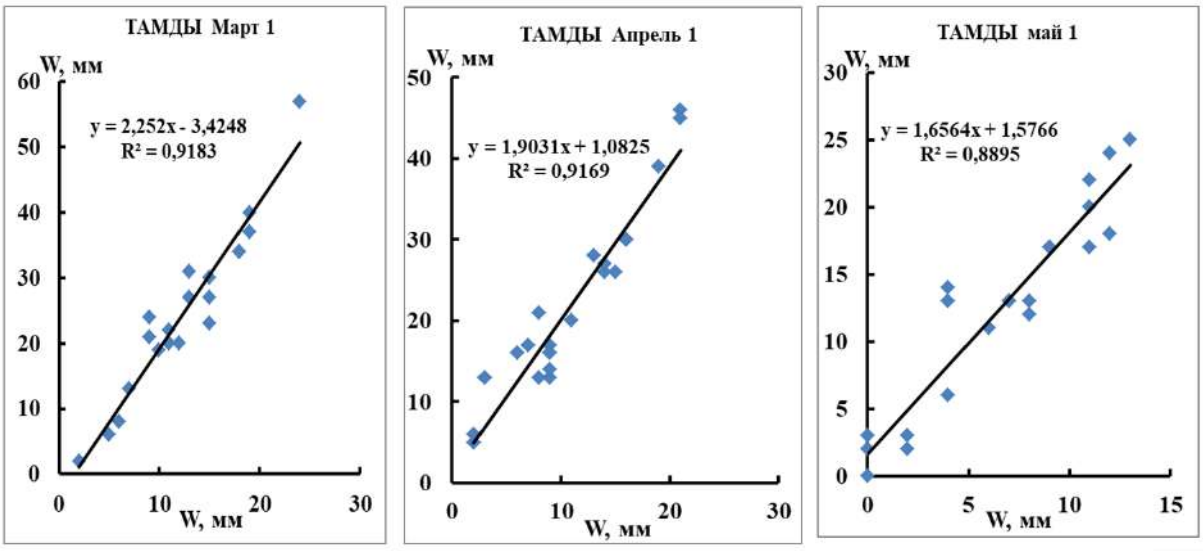


Рисунок 4. Связь запасов продуктивной влаги в слоях почвы 0-20 см и 0-50 см каракулеводческой зоны Узбекистана.

Для развития и формирования урожая пастбищной растительности одних только данных о запасах почвенной влаги не достаточно. В [12] отмечается, что одинаковые запасы продуктивной влаги в полуметровом слое почвы в первую весеннюю декаду с температурой воздуха 10°С, равные 30 мм, могут обеспечить среднюю многолетнюю высоту песчаной осоки на песчаных почвах, то есть 20-21 см, и только 13-14 см – на серо-бурых гипсированных почвах.

Влияют на урожайность пастбищной растительности и осадки, выпадающие в течение двух недель после первой декады с температурой воздуха 10°С. При высоком увлажнении почвы в начале вегетации обильные осадки в этот период способствуют интенсивному росту побегов осоки и полыни, значительно превышающие средние многолетние значения. При близких к норме осадках высота этих растений может быть на 10-13% выше средней. При осадках менее 50% от нормы в течение двух декад замедляется рост побегов, и их высота достигает средних многолетних значений.

При среднем увлажнении почвы в первые теплые декады максимальная высота побегов осоки и полыни оказывается близкой к средней многолетней величине. При обильных осадках в первые две декады в сочетании с теплой погодой максимальная высота побегов на 10-15% превышает средние многолетние значения. Близкие к норме осадки обеспечивают среднюю многолетнюю высоту побегов. Засушливый период в течение двух декад вызывает снижение максимальной высоты побегов на 10-20%.

При плохом первоначальном увлажнении почвы максимальная высота осоки и полыни будет зависеть от температурного режима и увлажнения осадками двух последующих декад после первой теплой декады с температурой воздуха 10°С. При обильных осадках и благоприятных температурных условиях максимальная высота побегов оказывается близкой к средним значениям. При осадках за две декады, соответствующих средним многолетним, максимальная высота этих побегов будет на 20-30% ниже средних многолетних значений. При осадках значительно ниже средних многолетних высота этих растений снижается на 40-50% [12].

Важное место в развитии пастбищной растительности занимает выгорание или засыхание травянистой растительности и прекращение роста весенних побегов полыни и ее перехода в состояние летнего покоя. При массовом засыхании растения теряют свои кормовые свойства для выпасаемого поголовья, присущие зеленым растениям. Поголовье переходит на сухой подножный корм.

Окончание весеннего периода определяется засыханием эфемеров и прекращением роста полыни [6, 11, 12]. Для эфемеров и эфемероидов оно приходится на декады, когда запасы продуктивной влаги в слое 0-20 см не превышают 4-5 мм на песчаных почвах и 10 мм – на супесчаных. Для полыни начало прекращения роста связывается с декадой, когда продуктивная влага снижается в слое 0-50 см до 6 мм на песчаных почвах и 15 мм на супесчаных. Однако выгорание травянистой растительности определяется, кроме влажности почвы, среднедекадной температурой воздуха не ниже 20-22°С и среднедекадным дефицитом влажности воздуха в 13 часов менее 19 гПа. При оценке считается, что выгорание травянистой растительности начинается в декаду, когда два из трех указанных условия соответствуют представленным критериям. По календарным срокам засыхание эфемеров приходится на первую-вторую декаду мая.

Аналогично, для определения даты начала летнего покоя полыни должны выполняться два из трех необходимых условий: среднедекадная температура воздуха не ниже 26°С, средний дефицит влажности воздуха в 13 часов не ниже 35 гПа. Прекращение роста полыни приурочено к третьей декаде мая – первой декаде июня.

В заключение следует отметить, что глобальное изменение климата оказывает существенное влияние и на рассматриваемую территорию с засушливым климатом. Анализ климатических данных по району исследований показал, что при сравнении периодов 1971-2000 гг. и 1991-2020 гг. отмечено повышение средней годовой температуры воздуха на 0,7°С.

Сложнее обстоит дело с изменением количества осадков за эти периоды. В частности, на материалах станций Акбайтал и Бузаубай количество осадков за год увеличилось на 5,9 и 2,5 мм, соответственно, при среднем многолетнем количестве 117 и 88 мм. В это же время по данным метеорологических станций Тамды, Машикудук и Сентоб Нурата их количество уменьшилось на на 16,1, 18,5 и 12,7 мм, соответственно, при средних многолетних значениях 124, 154 и 245 мм.

Результат исследования показывает, что, в Центральном, Южном и Юго-Восточном Кызылкумском районах в целом за год стало выпадать меньше осадков относительно базового климатического периода (1961-2016 гг.). Уменьшение осадков в них составило 3,8%, 11,7% и 4,8% соответственно. В то же время в пределах пустыни Кызылкум прослеживается выраженный отрицательный градиент количества осадков с севера на юг [13]. Также по результатам наших исследований количество осадков в Узбекистане практически увеличилось на большинстве станций, особенно высоки эти значения на горных и предгорных станциях. В метеостанциях, расположенных в равнинной зоне республики, выходящих в пустынную зону, это значение ниже базовой нормы. В частности, при сравнении суммы годовых осадков в двух климатических

периодах (1961-1990 гг. и 1991-2020 гг.) было отмечено, что на станции Машикудук это количество уменьшилось до 25 мм [14].

Следует отметить, что, учитывая наблюдаемые в последние годы климатические изменения, необходимо провести ряд исследований по мониторингу агроклиматических ресурсов пустынной территории.

Таким образом, представленные материалы позволяют оценить агрометеорологические условия периода весеннего произрастания пастбищной растительности в районах каракулеводческих пастбищ пустынной зоны Узбекистана.

Список литературы

1. Балашева Е.Н., Житомирская О.М., Семенова О.А. Климатическое описание Средней Азии. Л.: Гидрометеоиздат, 1960. 243 с.

2. Бабушкин Л.Н. Агроклиматическое районирование Средней Азии // Научные труды ТашГУ. 1964. Вып. 236. С. 186-272.

3. Бабушкин Л.Н., Когай Н.А. Физико-географическое районирование средней полосы пустынь Средней Азии. Ташкент, 1971. 184 с.

4. Методические рекомендации по геоботаническому обследованию естественных угодий Узбекистана. Ташкент: Узгипрозем, 1980. 170 с.

5. Гранитов И.И. Растительный покров Юго-Западных Кызылкумов. Ташкент: Наука, 1964. 335 с.

6. Грингоф И.Г. Пастбищные растения Кызылкума и погода // Труды САНИГМИ. 1967. Вып. 34 (49). 138 с.

7. Гаевская Л.С. Каракулеводческие пастбища Средней Азии. Ташкент: Фан, 1971. 322 с.

8. Беляева И.П., Рачкулик В.И., Ситникова М.В. О возможности применения авиации для определения состояния растительного покрова. // Труды САНИГМИ. 1967. Вып. 28(43). С. 91-96

9. Рачкулик В.И., Ситникова М.В. Отражательные свойства и состояние растительного покрова. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 287 с.

10. Временные методические рекомендации по использованию спутниковой информации для оценки урожая пустынно-пастбищной растительности в районах отгонного животноводства Средней Азии и Казахстана. Л.: Гидрометеоиздат, 1978. 24 с.

11. Бабушкин О.Л., Сумочкина Т.Е., Ситникова М.В. Климатическая оценка каракулеводческих пастбищ Узбекистана. Ташкент: НИГМИ, 2007. 253 с.

12. Агроклиматические ресурсы Бухарской области. Л.: Гидрометеоиздат, 1972. 120 с.

13. Kholmatjanov B.M., Sulaymonova N.N. and etc. Change in precipitation in Uzbekistan in the period 1961-2016 // Solid state technology. 2020. Vol. 63. Is. 4. P. 609-618.

14. Куранбоева З. Усаров З., Бабушкин О.Л., Мамаджанова Г.А. Изменения многолетней нормы температуры и осадков по Узбекистану в условиях глобального потепления // Гидрометеорологические исследования в условиях изменения климата: актуальные проблемы и пути их решения: Материалы Междунар. науч. конф. Ташкент, 2022. С. 64-68.

УДК 551.435.7
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-133-140

ВОСТОЧНО-СИБИБИРСКОЕ ЗВЕНО ЕДИНОГО ЭОЛОВОГО КРУГООБОРОТА ВЕЩЕСТВА В СТЕПЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

EAST SIBERIAN LINK OF A SINGLE AEOLIAN CIRCULATION OF MATTER IN THE STEPPES OF CENTRAL ASIA

Баженова О.И.[1], Тюменцева Е.М.[2]
Bazhenova O.I.[1], Tyumentseva E.M.[2]

[1]Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия
[2]Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
[1]V.B. Sochava Institute of Geography SBRAS, Irkutsk, Russia
[2]Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

E-mail: [1]bazhenova_o49@mail.ru,[2]tumencev@irk.ru

Аннотация. В статье рассматриваются региональные закономерности эолового морфогенеза предгорных степных равнин юга Сибири, представляющих северную ветвь единого эолового кругооборота вещества Центральной Азии. В качестве теоретической базы исследования используются представления В.А. Обручева, В.М. Синицина и В.П. Чичагова об эоловом морфогенезе Центральной и Восточной Азии. Пространственная упорядоченность процессов выражается в закономерной смене зон дефляции, транзита и эоловой аккумуляции вещества, свойственной региональным подсистемам, для каждой из которых характерны свои морфологические следы развития эоловых процессов, связанные с ландшафтно-климатическими и местными литологическими особенностями территории. Получены фоновые и локальные значения скоростей эоловой миграции вещества. Установлено, что преобладающая интенсивность дефляции в островных степях Сибири составляет 10-50 т/га в год, средняя скорость движения эоловых форм на участках развития подвижных песков достигает 2-6 м/год.

Ключевые слова: эоловый круговорот вещества, зоны дефляции, транзита и аккумуляции, степи, Восточная Сибирь.

Abstract. The article examines the regional patterns of aeolian morphogenesis of the foothill steppe plains of southern Siberia, representing the northern branch of the single aeolian circulation of matter in Central Asia. As a theoretical research basis we use the ideas of V.P. Chichagov on the aeolian morphogenesis of Central and East Asia. Spatial ordering of processes is expressed in the regular change of zones of deflation, of transit and aeolian accumulation of matter characteristic for regional subsystems. Noted, that each system is characterized by own morphological traces of development of aeolian processes associated with landscape-climatic and local lithological features of the territory. We established that the prevailing intensity of deflation in the insular steppe areas of Siberia is 10-50 t/ha per year,and the average speed of aeolian forms in the mobile sands development areas reaches 2-6 m/year.

Key words: aeolian circulation of matter, zones of deflation, transit and accumulation, steppes, Eastern Siberia.

Введение. Центральная Азия представляет собой один из глобально значимых центров интенсивной эоловой деятельности, дающий заметный вклад в эмиссию пыли в атмосферу [1]. Не случайно этот регион стал родиной эоловой гипотезы происхождения лесса [2]. В результате длительных детальных полевых исследований в Центральной Азии академиком В.А. Обручевым установлено закономерное расположение областей развевания и отложения продуктов выветривания горных пород. Область развевания занимает центральную часть страны, она представляет собой каменистую пустыню, так как практически лишена рыхлых подвижных отложений благодаря постоянному их выносу на окраины и за пределы ветрами, дующими центробежно [2]. При этом установлена концентрическая зональность эоловых процессов в регионе, выражающаяся в специфическом растекании эоловых литодинамических потоков из области высокого атмосферного давления Высокой Азии и Северной Монголии в основном в восточном, юго-восточном и юго-западном направлении *(рисунок 1)* [3]. Эти потоки достигают большой силы, являются главным агентом денудации и основным транспортировщиком рыхлых отложений. Идеи В.А. Обручева в дальнейшем были развиты В.М. Синицыным, отметившим, что такую исключительную роль в ветровом режиме Центральной Азии Монголо-Сибирский антициклон играл на протяжении значительного времени, о чем можно судить по хорошо выраженной зональности эоловых отложений [4]. Затем

В.П. Чичагов, детально изучавший геоморфологическую работу ветра в Восточной Монголии, установил, что эоловые потоки объединяются в эоловые морфодинамические системы различных порядков, иерархически соподчиненные друг с другом и естественным образом увязывающие между собой фазы эолового рельефообразования и зоны выдувания (дефляции), транзита и эоловой аккумуляции вещества [5].

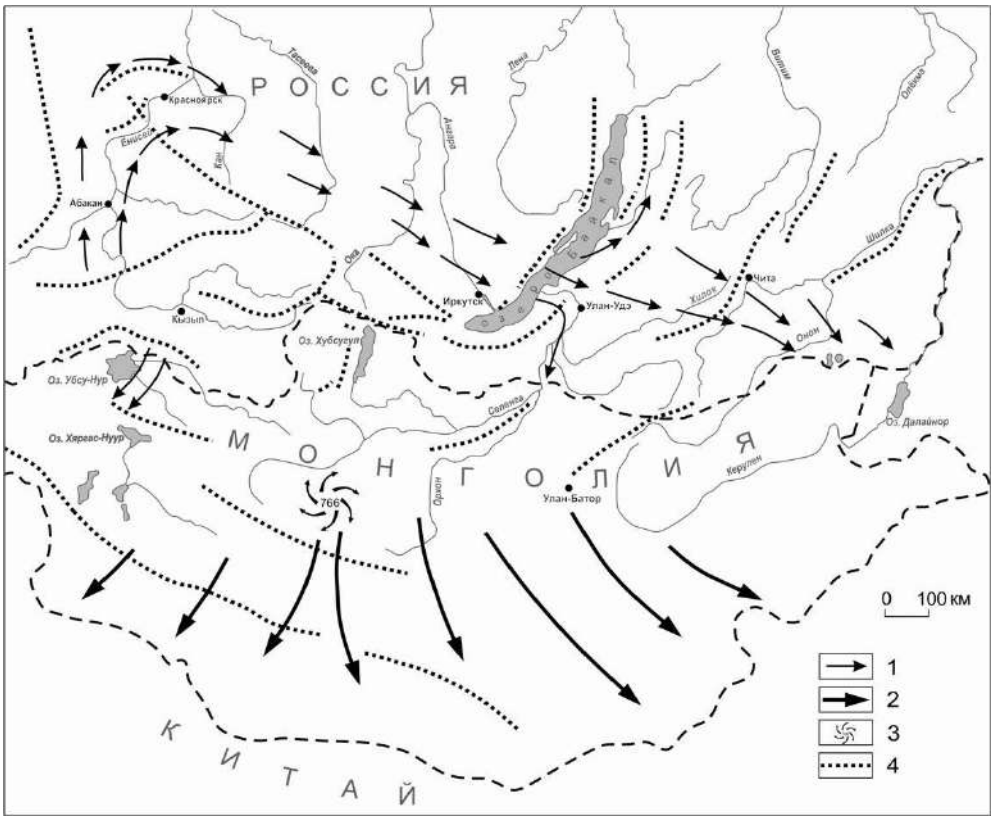


Рисунок 1. Направления эоловой миграции вещества в Центральной Азии: 1 – вдоль северных предгорий по данным экспериментальных исследований [6], 2 – основной перенос песка и пыли по В.А. Обручеву [3]. 3 – центр Азиатского антициклона, 4 – горные хребты.

При этом, В.П. Чичагов отметил, что особенно яркие морфологические следы эоловой деятельности фиксируются в поясе предгорий, которые изобилуют островными горами, педиментами, холмистым рельефом, бедлендом [5].

Объекты и методы. Исследование основывается на результатах многолетних экспериментальных наблюдений за эоловой миграцией вещества на стационарах Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. На опорных профилях, типичных для семиаридных районов юга Сибири, эоловый материал собирали в пылеуловители, которые устанавливали на разномудалении от основных очагов дефляции с учетом розы ветров, характера растительности, литологии, рельефа, особенностей техногенного воздействия. Наблюдения за эоловыми процессами велись круглогодично, принесенный ветром мелкозем извлекался ежемесячно. Широко использовались также данные, взятые из литературных источников и рассчитанные по уравнениям С.Дж. Уилсона и Р.У. Кука [6]. В качестве одного из основных показателей интенсивности эоловых процессов нами предложен модуль эоловой миграции вещества (А), измеряемый количеством (г, кг, тонны) перемещаемого ветром материала с единицы площади ($м^2$, $км^2$, га) в год. Другие важные параметры эоловой деятельности, используемые в статье для ее сравнительной характеристики в пределах каждого звена – дефляционный потенциал ветра (ДПВ), климатический показатель дефляции (С), количество и продолжительность пыльных бурь.

Результаты и обсуждение. Многолетние стационарные исследования в предгорьях юга Восточной Сибири показали, что эоловая миграция вещества особенно активна в пределах пояса островных степей Восточной Сибири, вытянутого с запада на восток почти на 2 тыс. км [6]. Обобщение фактического материала, полученного в ходе стационарных и маршрутных исследований на этой обширной территории, позволяет утверждать, что здесь эоловые литодинамические потоки вовлечены в единый круговорот вещества, закрученный по часовой

стрелке и перемещающий эоловый мелкозем с юго-запада на северо-восток, далее на восток и юго-восток вдоль северных субаридных предгорий горного пояса Южной Сибири *(рисунок 2)*. В свою очередь, они хорошо пространственно упорядочены. В этой крупной региональной эоловой системе, в свою очередь, можно выделить пять звеньев (подсистем), взаимосвязанных друг с другом: Енисейское, Приангарское, Байкальское, Селенгинское и Даурское. В пределах каждого звена также наблюдается смена зон дефляции, транзита и эоловой аккумуляции.

Енисейское звено объединяет эоловые литопотоки зон дефляции (Кызылская опустыненная степь Тувинской котловины), дефляции и транзита (степи левобережья Южно-Минусинской котловины), транзита и эоловой аккумуляции (правобережье Южно-Минусинской котловины, Назаровская и Канская котловины). Большая часть эолового материала уносится за пределы левобережья Енисея и откладывается на водоразделах и пологих склонах юго-западного макросклона Восточного Саяна. Эоловый материал на склонах Восточного Саяна улавливается лесом в интервале высот 400-700 м, где он залегает в виде покровных глин, которые отличаются однородностью. Они не слоисты, от остальных пород отличаются низким содержанием минералов тяжелой фракции. Значительная часть эолового материала переносится еще дальше – в полосу северных предгорий Восточного Саяна (600-700 м), где эоловые отложения накапливаются в приразломной зоне в узких депрессиях рельефа. В лесостепных районах Назаровской и Северо-Минусинской котловин они подвергаются смыву и размыву.

Об объемах перемещаемого вещества в зоне дефляции можно судить по данным многолетних режимных наблюдений за эоловыми процессами, которые проводились с 1981 по 1995 гг. на Красноозерском участке денудационно-аккумулятивной равнины, расположенной на междуречье Енисея и Абакана *(полигон I на рисунке 2).* Здесь широко представлены эоловые формы. На вершинах холмов и гряд распространены дефляционные останцы, гривистый микрорельеф. Здесь же наблюдаются свежие котловины выдувания овальной формы, длина их до 100 м, ширина – 10-30 м, глубина 5-7 м. На дне котловин четко видна ветровая рябь.

Эоловый мелкозем переносится на соседние участки склонов, в долины, озерные котловины. Пыль же в результате дальнего транспорта вещества господствующими юго-западными ветрами откладывается в лесостепных и таежных районах правобережья Енисея, на склонах и вершинных поверхностях Восточного Саяна.

Эоловый мелкозем переносится на соседние участки склонов, в долины, озерные котловины. Пыль же в результате дальнего транспорта вещества господствующими юго-западными ветрами откладывается в лесостепных и таежных районах правобережья Енисея, на склонах и вершинных поверхностях Восточного Саяна.Так, по результатам площадного обследования Южно-Минусинской котловины в зимний период 1987 г. модуль эоловой миграции вещества на левобережье Енисея достигал 0,6 т/га, в восточной лесостепной части котловины на правобережье Енисея 0,05 т/га, на наветренном склоне горного хребта окружения котловины 0,01-0,02 т/га. В целом, по данным стационарных исследований интенсивность дефляции на верхних денудационных участках склонов достигает 2,2 мм/*год (см. рисунок 2, полигон II)*, а скорость образования дефляционных ниш в прочных кристаллических породах за период около 2 тыс. лет составляет 0,1 мм/год.

По мнению В.А. Обручева, Минусинская котловина представляет собой классическую область развевания и пример, подтверждающий справедливость эоловой гипотезы происхождения лесса [2]. По его данным следует отметить также сухой 1892 г, когда в ноябре «юго-западный ветер, дувший несколько дней, отложил на снеге, выпавшем незадолго перед тем в г. Минусинске, на деревьях, зданиях слой тонкой пыли около 1,5 мм мощности. Мне самому пришлось видеть в декабре 1910 г. вблизи сел. Чебаки, уже на северной окраине котловины, сколько пыли вздымал юго-западный ветер вместе со снегом на степи, накапливая эту смесь пыли и снега в рытвинах, логах, оврагах и т.п.» [2, с. 232].

В зоне транзита и преобладающей аккумуляции круглогодичные наблюдения за ходом эоловых процессов проводились с 1979 по 1985 гг. на Антроповском экспериментальном участке (северо-восточная часть Назаровской котловины), а с 1986 по 1993 год на Березовском участке в зоне сочленения хр. Ашпан с Шарыповской равниной (юго-западная часть котловины). В результате исследований получен шестилетний ряд данных по динамике эоловой миграции вещества на Ашпанском профиле *(рисунок 2, II)*. По данным пылеуловителей в среднем в год через метровое сечение ширины подветренного склона перемещается 15 г, на наветренном склоне интенсивность эоловой миграции вещества повышается в 3-4 раза. В днище долины р. Ожа средняя величина аккумуляции составляет 190 г, а максимальная в засушливый 1989 г

превышала 300 гр. Согласно результатам наблюдений на площадках реперов на полигоне II *(см. рисунок 2)* преобладающая направленность эоловых процессов заключается в аккумуляции вещества, выносимого ветром из степных и горных районов, расположенных южнее.

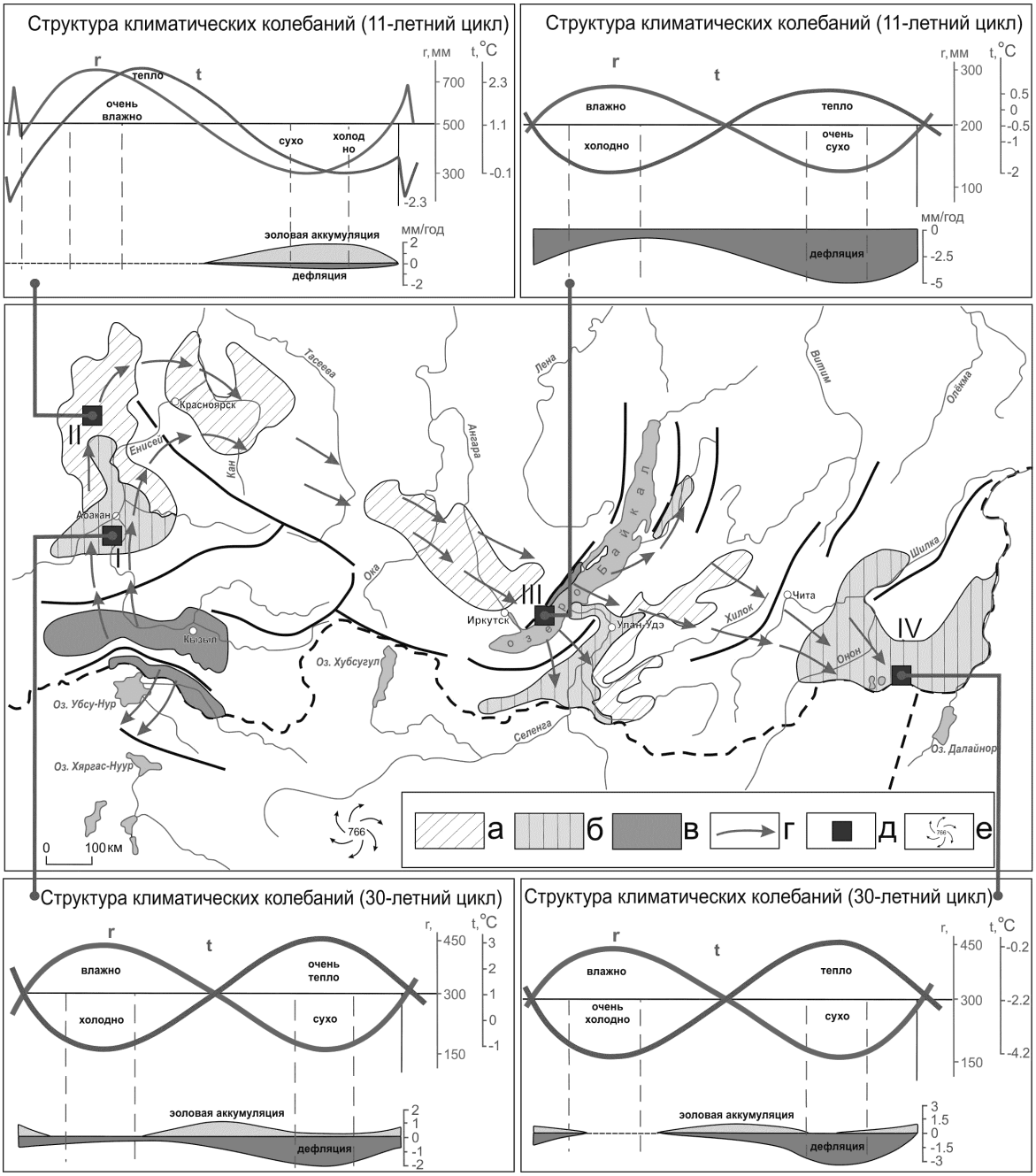


Рисунок 2. Модель эолового кругооборота вещества в субаридных предгорьях юга Восточной Сибири по данным экспериментальных наблюдений.

Морфоклиматичесие районы: а – лесостепь, б – степь, в – опустыненная степь, г – основное направление эоловой миграции вещества, д – положение полигонов детальных исследований эоловых процессов, для которых приведены схемы внутривековой динамики интенсивности дефляции и эоловой аккумуляции вещества на фоне многолетних колебаний среднегодовой температуры воздуха (t) и годовых сумм атмосферных осадков (r); е – центр Азиатского антициклона.

Экспериментальные полигоны: I – Красноозерский (Южно-Минусинская котловина), II– Ашпанский (Назаровская котловина), III – Голоустенский (котловина оз. Байкал), IV– Харанорский (отроги Нерчинского хребта).

Второе, **Приангарское звено**, тянется полосой вдоль юго-западной окраины Иркутского амфитеатра по границе с Восточным Саяном. Впервые область развевания здесь также описана В.А. Обручевым еще в начале прошлого века, она представлена Балаганскими степями, в

которых издавна жили кочевники – скотоводы буряты [2]. В настоящее время ареал вытянут с северо-запада на юго-восток, осью этого эолового коридора являются долина р. Ангары и юг Иркутско-Черемховской равнины с высокой плотностью нарушенных ландшафтов *(рисунок 2).* По количеству пыльных бурь, их интенсивности и продолжительности на этой территории выделяются районы со слабым, умеренным и сильным проявлением дефляции, транзита и аккумуляции эолового материала. Во время пыльных бурь с распаханных участков сносится 1-5 см почвы. Максимальное развитие узко локализовано долиной Ангары, где развеваются песчаные отложения на осушенных прибрежных отмелях. На участке с. Нельхай Аларского района и у с. Рассвет Осинского района (на противоположном берегу водохранилища) образовались современные дюнные поля с разнообразными эоловыми формами. До 50% наносов осушенных отмелей переносятся на береговой склон.

Периодически, с вероятностью до 5%, развитие эоловых процессов под воздействием ураганной деятельности приобретает катастрофический характер, что приводит к деградации сельскохозяйственных земель, повреждению и гибели посевов. С начала 1990-х гг. на большей части региона выражена тенденция снижения увлажнения. Отрицательный тренд осадков (-1,5 мм/год) вызывает рост дефляции (положительный тренд пыльных бурь составляет +0,05-0,10 бурь в год). В годы с сильным развитием дефляции (1975, 1990, 1993, 1998, 2004, 2013) наблюдается 6-8 пыльных бурь, климатический индекс дефляции (С) более 0,8-1,2. Темпы дефляции более 5-10 т/га. Эоловые системы, возникающие в это время, функционируют на значительных территориях, входят в глобальную систему потоков вещества из Центральной Азии на восток. Пыльные бури охватывают районы Забайкалья, Китая и Монголии. В последнее время сокращается интервал между экстремальными эоловыми событиями, расширяется ареал проявления процессов и, следовательно, повышается риск их неблагоприятного влияния на окружающую среду.

Третье, **Байкальское звено** среди других эоловых систем Южной Сибири характеризуется максимальной интенсивностью процессов, обусловленной, прежде всего, чрезвычайно высоким дефляционным потенциалом ветра. На западном побережье Байкала при выходе из гор в устьевых частях долин ветры достигают колоссальной силы. Особенно это характерно для долин рек Сарма, Анга, Бугульдейка, Голоустная и др., прорезающих Приморский хребет. Их устьевые участки представляют собой природные «аэродинамические трубы», в которых скорость ветра значительно усиливается, нередко имеет ураганную силу 30-50 м/с («байкальская бора»). По мнению Т.Т. Тайсаева, именно под их воздействием вдоль западного побережья Байкала возникли сухие каменистые степи с лощинно-грядовым рельефом, с котловинами выдувания, с сульфатными озерами [7]. Высокая интенсивность эоловых процессов здесь наблюдается между м. Крестовским и устьем Сармы, на Кочериково-Онгуренском плато, западной и северо-западной частях о. Ольхон и в Приольхонье. Длительная и мощная дефляция в Приольхонье нашла яркое морфологическое выражение в причудливом «руинном рельефе» водораздельного мелкосопочника, в формировании долин – суходолов. В Тажеранской степи на стенках скальных останцов довольно обычны ветровые ниши-забои и ячеи выдувания, а в центральных частях скальных руин встречаются дефляционные котловины [8].

Наиболее интенсивно очаговая дефляция происходит в урочище Песчанка. Здесь встречаются многочисленные слабо закрепленные сосной дюны, интенсивный выдув песка происходит со среднегодовой скоростью от 2,4 до 34,1 мм, у преград формируются эоловые гряды. Эоловый материал активно перемещается вглубь острова, часть его оседает на восточном побережье Ольхона. Наиболее тонкие частицы переносятся в акваторию Байкала. Перевеивание песчаных толщ и формирование движущихся эоловых форм характерно и для прибрежной части восточного побережья Байкала, где встречаются котловины выдувания, дефляционные останцы, дюны и песчаные покровы. Таким образом, хотя котловина озера Байкал, окружена горными хребтами, но она не только не является препятствием для эоловой миграции вещества, а более того,усиливает ее, выступая мощным ускорителем энергии ветровых потоков.

Селенгинское звено занимает юго-западное Забайкалье (бассейны р. Селенги и Баргузина). При выходе из Байкальской котловины ветровые потоки «растекаются» на отдельные струи в соответствии с особенностями рельефа. Своеобразие территории было подчеркнуто В.А. Обручевым: области развевания и эоловой аккумуляции расположены здесь вперемежку, часто сменяют друг друга [9]. Район отличается широким распространением мощных толщ песчаных отложений и прогрессирующим развитием процессов дефляции,

вызывающих формирование очагов подвижных песков, площадь которых в XIX-XX веках варьировала от 1 тыс. га в 1895 г, до 17 тыс. – 1934 г, и, наконец, до 100 тысяч га в 1964 г [10].

По опросным данным первые очаги подвижных песков появились где-то в 1840-1855 годах [9], их формирование началось после сведения лесов в годы экстремально низкого увлажнения. На эту проблему обратил особое внимание академик В.А. Обручев [9], указывая на необходимость принятия срочных мер для закрепления песков. Он подчеркнул, что строительство железной дороги, увеличение населения, переход местного населения к оседлому образу жизни – все это способствовало усиленной вырубке лесов, распашке новых земель и прокладке колесных дорог. Вследствие этого «оголенная песчаная площадь расширяется подобно язве» [9, с. 54].

После сведения лесов в бассейне Селенги начались катастрофические проявления процессов ветровой эрозии почв, отличающихся низкой противоэрозионной устойчивостью. Во время засух почвы во многих местах быстро выдуваются и вместо почвенного слоя остается на поле слой обломочного материала, а массы выдуваемых песчаных и пылеватых частиц удаляются [11]. В результате освоения все новых земель на рубеже XIX и XX веков в условиях весьма низкого атмосферного увлажнения пришли в движение значительные площади сыпучих песков. Они приносили большой вред местному населению – песком заносились пашни, населенные пункты. В Троицкосавске (ныне г. Кяхта) в 20-ых годах XIX столетия «на Соборной улице песок заносил дома до уровня окон нижнего этажа и, если бы обыватели не отгребались и не отвозили его, то дома совсем бы занесло» [11, с. 17]. В связи с наступлением песков приходилось даже переносить населенные пункты. Так, около 1870 г. по этой причине было заброшено с. Преображенское. Участок подвижных песков вокруг села имел 6-8 верст в длину и 5-6 верст в ширину, а мощность песка местами составляла аршин, местами 2 и более, а там, где стояла ограда, намело песчаные бугры высотою в 2-3 сажени [11]. Часто засыпались песком и гибли всходы зерновых культур. Так, в окрестностях станицы Кударинской в 1888 году в результате сильных северных ветров, дующих в течение всей второй половины мая и первых дней июня всходы были занесены на 2, а местами на 3 вершка, вследствие чего многие из них погибли [11]. Дальнейшее расширение площади пашни, особенно во время коллективизации и поднятии целины, обусловило усиление процессов деградации почв. Интенсивная дефляция в настоящее время продолжается на заброшенных пашнях.

Поступательное движение песков происходит в основном в юго-восточном направлении, по долинам рек Селенги, Чикоя и Хилка эоловые формы рельефа перемещаются на юг, а в Баргузинской котловине – преимущественно на северо-восток. Средняя скорость площадной дефляции, определенной по археологическим данным, за 1000 лет составила 0,6 см/год, а измеренная по естественным реперам – 1-8 см/год [10].

В районе развиты классические эоловые формы рельефа, представленные дюнами, барханами, грядами, кучевыми песками, многочисленными котловинами выдувания. В настоящее время и на положительных аккумулятивных, и на отрицательных формах видны следы дефляционной переработки. Максимальная скорость движения барханных песков достигает 16 м/год в районе с. Большая Кудара, минимальная – 0,22 м/год в урочище Монхан-Элысу. Средняя скорость составляет 6-8 м/год [10]. В эоловый круговорот вовлечена и лесостепная территория Восточного Забайкалья.

Даурское звено замыкает Восточно-Сибирскую систему эолового круговорота вещества Центральной Азии *(рисунок 2)*. Даурская степь выступает ареной интенсивной дефляции и представляет собой коридор, через который происходит эоловая миграция вещества с северо-запада на юго-восток – из Забайкалья в соседние районы Монголии и Китая. В геоморфологическом отношении территория представлена Приононской и Онон-Торейской равнинами. Встречаются также участки мелкосопочника, холмисто-увалистого рельефа, островные горы.

Вдоль оси эолового коридора с северо-запада на юго-восток, в соответствии с господствующим направлением ветровых потоков, происходит закономерная смена морфологических комплексов рельефа с различным характером эоловой деятельности, то есть отмечается его своеобразная зональность. К северу от широтного отрезка долины р. Онон в пределах Приононской песчаной равнины следы эоловой деятельности хорошо видны на современных космических снимках, показывающих, что соленосные отложения озерных котловин переносятся в юго-восточном направлении. При этом контуры озерных отложений приобретают каплевидную форму. Ветер постепенно заносит мелким песком все неровности степного рельефа. Деятельность ветра не ограничивается только дефляцией и выполнением

западин; вся поверхность равнины представляет собой зону активного транзита эолового материала. При пересечении долины р. Онон эоловые литодинамические потоки «разгружаются» на правом берегу реки, создавая здесь современные дюны высотой 3-5 м.

Эоловой обработке подвержены все крупные озерные котловины, образующие озерный пояс, вытянутый параллельно широтному отрезку долины р. Онон и делящий Онон-Торейскую равнину примерно пополам. При этом эоловые бугры и вложенные в них котловины выдувания сформированы вдоль северных побережий озер. Песчаные эоловые бугры сильно развеяны и в настоящее время представлены лишь краевыми частями в виде отдельных фрагментов. Так, в котловине урочища Глубокий лог глубина котловин выдувания центральных частей развеянных бугров нередко достигает 5-7 м, а диаметр колеблется от 50 до 500 м. Часто котловины выдувания, соединяясь друг с другом, образуют причудливые в плане лабиринты. В разрезе песчаных наносов, слагающих сохранившиеся части эоловых бугров повсеместно наблюдаются горизонты погребенных почв мощностью от 5 до 30 см, число которых нередко достигает 10 и более. К нижним горизонтам погребенных почв приурочены культурные горизонты археологических памятников эпохи поздней бронзы – раннего железа. На дне котловин выдувания встречаются остатки растительности в виде истлевших стволов и корневищ кустарников диаметром до 10 см. Все отрицательные формы рельефа, наблюдаемые на поверхности равнины, экранированы горизонтами водоупорных плотных озерных глин.

Южнее озерного пояса на аккумулятивных озерных и аллювиальных террасах также широко распространены котловины выдувания. Особенно хорошо они выражены в долине р. Ималки, в пади Нарин-Кундуй, на высоких озерных террасах. Ориентировка их длинных осей также совпадает с направлением господствующих в Даурии северо-западных ветров. В озерных котловинах в сухие годы на осушенных участках литорали формируются современные аккумулятивные эоловые формы рельефа. Такие формы часто встречаются на поверхности дельт, делювиальных и пролювиальных шлейфах.

Экспериментальные наблюдения за эоловой миграцией вещества проводились в отрогах Нерчинского хребта на Харанорском стационаре. Низкогорный рельеф участка исследований *(см. рисунок 2, IV)* состоит из отдельных массивов, сопок, чередующихся с падями. Поверхность территории отличается сглаженностью и округлостью форм. Значительную роль в придании этого облика современному рельефу сыграли эоловые процессы. За период наблюдений отмечалось от 2 до 15 пыльных бурь в год. При этом модуль эоловой миграции вещества менялся от 26 до 361 г/м^2. Наибольшее количество эоловых отложений в пылеуловителях накапливалось в днище пади и в нижней аккумулятивной части склонов южной экспозиции. Следует заметить, чтоболее тесная связь величины эоловой аккумуляции отмечается с климатическим показателем дефляции, а не с количеством пыльных бурь.

Дефляционный потенциал ветра здесь более 100, наиболее дефляционно опасные месяцы года – апрель и май, в которые ДПВ часто составляет 20-30. Интенсивность процессов меняется от центра коридора (сухих днищ озерных котловин) к периферии (отрогам хребтов) в несколько тысяч раз. При этом средние скорости дефляции на степных склонах составляют сотые или десятые доли миллиметра в год, а снос с вершинных поверхностей с разреженным травостоем увеличивается до первых миллиметров.

Средние скорости эоловой аккумуляции варьируют от 0,18 до 3,0 мм/год, а максимальные в отрицательных формах рельефа (в оврагах и озерных котловинах) иногда достигают 0,7-1,5 м за 2-3 года. По данным изучения темпов накопления донных осадков в западной наиболее глубокой части озера Зун-Торей с помощью изотопа ^{137}Cs установлено, что скорость осадкообразования за период, прошедший после основных ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне и Новой Земле в среднем составляла около 3 мм/год [12]. При этом основная часть седиментационного материала имеет эоловое происхождение, так как поступление вещества со склонов и с речным стоком практически исключено.

Обобщение количественных данных по скорости дефляции и эоловой аккумуляции показывает широкий диапазон изменения интенсивности процессов в Даурском эоловом коридоре. Максимальные скорости характерны для оси коридора, где в озерных котловинах мощность динамически активного слоя, участвующего в современной эоловой миграции вещества, достигает полутора метров. При удалении от озерных котловин к поднятым денудационным окраинам коридора скорость эоловых процессов снижается на несколько порядков величин и част осоставляет десятые и сотые доли миллиметра. Суммируясь в геологическом масштабе времени, такие темпы эоловых процессов вызывают заметную перестройку рельефа.

Заключение. Таким образом, проведенное исследование показало, что в пределах пояса островных степей Сибири эоловая деятельность чрезвычайно активна. Все эоловые потоки объединены в крупную региональную Восточно-Сибирскую морфодинамическую систему, функционирование которой носит пульсирующий, неравномерный в пространстве и во времени характер. Пространственная неоднородность выражается в смене зон дефляции, транзита и эоловой аккумуляции в соответствии с ландшафтно-климатическими и орографическими условиями. В сухих и опустыненных степях господствует дефляция, в настоящих степях происходят дефляция и транзит, в лесостепях преобладают транзит и аккумуляция эолового вещества. В связи с тем, что аридные «ядра» занимают нижние ярусы рельефа, отмечается и орографическая упорядоченность эоловых динамических зон, сменяющих друг друга от центра котловин к периферии и далее склонам горных хребтов.

Согласно выполненным оценкам интенсивности эоловых процессов с использованием результатов экспериментальных исследований и прогнозных количественных моделей ветровой эрозии, преобладающая интенсивность дефляции в островных степях юга Сибири составляет 10-50 т/га в год. Она близка (имеет один порядок величин) со значениями годовых потерь почв от выдувания в зональных степях Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин [13]. Поэтому в восточной части Евроазиатского степного пояса эоловые процессы также играют важную рельефообразующую роль. Они выступают здесь важным агентом денудации.

Именно за счет мощной дефляционной денудации происходит выравнивание рельефа предгорных равнин Сибири. Механизм выравнивания определяется максимальным эоловым сносом вещества с верхних элементов рельефа, образно говоря, «эоловой шлифовкой» вершин и частичным заполнением эрозионных врезов. Длительное однонаправленное воздействие ветровых потоков на склоны привело к эоловой дифференциации рыхлого материала на склонах и их асимметрии. На ветроударных склонах благодаря интенсивной дефляции происходит дальнейшее отступание привершинных уступов и расширение педиментов. При этом глубокой эоловой переработке подвергаются верхние горизонты склоновых отложений, где резко увеличивается защебненность, выдуваются соленосные осадки сухих днищ озерных котловин. В свою очередь, эоловые процессы взаимодействуют, периодически сменяются процессами водной эрозии. Вместе они составляют единый универсальный механизм денудации, суть которого заключается в поступательном выносе продуктов выветривания из горной страны поочередно водными и ветровыми потоками.

Список литературы

1. Goudie A.S. Arid and semi-arid geomorphology. Cambridge University Press. 2013. 454 p.
2. Обручев В.А. К вопросу о происхождении лесса (в защиту эоловой гипотезы) // Избранные работы по географии Азии. Т. 3. М.: Гос. изд-во геогр. лит., 1951. С. 197-242.
3. Обручев В.А. О процессах выветривания и развевания в Центральной Азии // Избранные работы по географии Азии. Т. 3. М.: Гос. изд-во геогр. лит., 1951. С. 131-160.
4. Синицын В.М. Монголо-Сибирский антициклон и региональная зональность эоловых отложений Центральной Азии // Доклады академии наук СССР. 1959. Т. 125. № 6. С. 1326-1328.
5. Чичагов В.П. Эоловый рельеф Восточной Монголии. М.: Изд-во Института географии РАН, 1999. 270 с.
6. Баженова О.И., Любцова Е.М., Снытко В.А. Эоловая миграция вещества в степных и лесостепных ландшафтах Сибири // Доклады академии наук СССР. 1997. Т. 357. № 1, С. 108-111.
7. Тайсаев Т.Т. Эоловые процессы в Приольхонье и на о. Ольхон (Западное Забайкалье) // Доклады академии наук СССР. 1982. Т. 265. № 4. С. 948-951.
8. Уфимцев Г.Ф., Сковитина Т.М., Филинов И.А., Щетников А.А. Особенности рельефа Приольхонья // География и природные ресурсы. 2010. № 4. С. 56-61.
9. Обручев В.А.Сыпучие пески Селенгинской Даурии и необходимость их скорейшего изучения // Труды Троицкосавско-Кяхтинского отделения Приамурского отдела Имп. Рус. геогр. о-ва. СПб., 1914. Т. XV. Вып. 3. СПБ., 1914. С.53-67.
10. Иванов А.Д. Эоловые пески Западного Забайкалья и Прибайкалья. Улан-Удэ, 1966. 232 с.
11. Крюков Н.А. Западное Забайкалье в сельскохозяйственном отношении. СПБ., 1896. 233 с.
12. Замана Л.В., Птицын А.Б., Гуолянь Чу, Решетова С.А., Дарьин А.В., Калугин И.А. Оценка скорости современного осадкообразования в озере Зун-Торей (Восточное Забайкалье) по ^{137}Cs // Доклады академии наук. 2011. Т. 437. № 3. С. 370-374.
13. Сажин А.Н., Васильев Ю.И., Чичагов В.П., Ларионов Г.А. Эоловый морфогенез и современный климат Евразии (ст.1. Динамика атмосферы, блокирующие и эоловые процессы) // Геоморфология. 2012. № 3. С. 10-20.

УДК 574.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-141-146

ВЛИЯНИЕ СЕНОКОШЕНИЯ И ВЫПАСА НА ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ЗАПАСЫ НАДЗЕМНОЙ БИОМАССЫ СООБЩЕСТВ ЛУГОВОЙ СТЕПИ НА ЗАЛЕЖАХ В БАШКИРСКОМ ПРЕДУРАЛЬЕ

IMPACT OF HAY MOWING AND GRAZING ON THE FLORISTIC COMPOSITION AND ABOVE-GROUND BIOMASS STORAGE OF MEADOW STEPPE COMMUNITIES ON FALLOW LANDS IN THE BASHKIR CIS-URALS

Баишева Э.З.[1,2], Мулдашев А.А.[1,2], Широких П.С.[1,2], Туктамышев И.Р.[1,2], Габбасова Д.Т. [1,2], Шендель Г.В.[1,2]
Baisheva E.Z.[1,2], Muldashev A.A.[1,2], Shirokikh P.S.[1,2], Tuktamyshev I.R.[1,2], Gabbasova D.T.[1,2], Shendel G.V.[1,2]

[1]Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия
[2]Уфимский институт биологии – обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия
[1]Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia
[2]Ufa Institute of Biology – Subdivision of Ufa Federal Research Centre of Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

E-mail: elvbai@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ флористического состава и запасов надземной биомассы степных сообществ, которые восстанавливаются на залежах в лесостепной зоне Башкирского Предуралья (Южно-Уральский регион). Обследовано четыре участка с разным режимом хозяйственного использования (сенокошение и три степени пастбищной нагрузки) и один участок целинной луговой степи. Флористический состав сообществ на 15-30-летних залежах, в целом, сходен с коренным типом растительности – луговыми степями, но отличается пониженным разнообразием. Показано, что усиление пастбищной нагрузки ингибирует прохождение восстановительной сукцессии, приводит к снижению видовой насыщенности сообществ, высоты и проективного покрытия травяного яруса, возрастанию доли сорных и сорно-луговых видов (до 30-44% ценофлор сильно сбитых участков), а также уменьшению надземной биомассы сообществ. На основании данных по запасам живой надземной биомассы обследованные целинные степные сообщества (18 т/га), могут быть отнесены к среднепродуктивным, а сообщества на залежах с сенокошением, слабой и умеренной пастбищной нагрузкой (10,2-10,6 т/га) – к низкопродуктивным вариантам луговых степей Европейской части России. Участок с сильной пастбищной нагрузкой по запасам живой биомассы (9,2 т/га) сильно отличается от степной растительности вследствие рудерализации сообществ.

Ключевые слова: луговая степь, залежь, выпас, сенокошение, флористический состав, запасы надземной биомассы

Abstract. An analysis of the floristic composition and the above-ground biomass of steppe communities, which are restored on fallow lands in the forest-steppe zone of the Bashkir Cis-Urals (the Southern Urals region), was carried out. Four sites with different type of economic use (haymaking and three degrees of grazing load) and one site of virgin meadow steppe were investigated. The floristic composition of communities on fallow lands, overgrown within 15-30 years, is close to the native type of vegetation – meadow steppes, but is characterized by lower diversity. It has been shown that increased grazing pressure inhibits the restorative succession and leads to a decrease in the species saturation, in the height and projective cover of the herb layer, as well as an increase in the proportion of weeds and weed-meadow species (up to 30-44% of the coenofloras of sites with moderate and high grazing), as well as a decrease in above-ground biomass of communities. According the data on the storage of living above-ground biomass, the surveyed virgin steppe communities (18 t/ha) can be classified as moderately productive, and communities on fallow lands with haymaking and moderate pasture load (10.2-10.6 t/ha) can be classified as low-productive variants of meadow steppes of the European part of Russia. The area with overgrazing in terms of living biomass reserves (9.2 t/ha) is very different from the steppe vegetation due to the ruderal features of communities.

Key words: meadow steppe, fallow land, grazing, hay mowing, floristic composition, above-ground biomass.

Введение. Экосистемы степей имеют высокую хозяйственную ценность и являются одним из наиболее антропогенно трансформированных и уязвимых биомов земного шара [1]. До

начала хозяйственного освоения территории Республики Башкортостан (РБ) степи занимали обширные пространства, соответствующие области распространения черноземов. В XX веке площади степей РБ резко сократились и остались в виде небольших фрагментов на непригодных для распашки участках и на особо охраняемых природных территориях. Значительная часть современной степной растительности РБ нарушена в результате бессистемного выпаса и представлена флористически обедненными вариантами сообществ с доминированием типчака и полыней [2].

В результате экономического кризиса 1990-х гг. в лесостепной зоне Башкирского Предуралья за 1997-2017 гг. доля пашни уменьшилась на более чем 490 тыс. га [3]. В настоящее время на некоторых из этих участков отмечается восстановление степной растительности на залежах. Изучение динамики растительности необходимо для организации эффективного управления залежными землями и имеет высокую актуальность, но работ, посвященных данной тематике в РБ пока немного [4, 5].

В 2022-2023 гг. в РБ на участке «Ковыльная степь» Евразийского карбонового полигона и прилегающих территориях было проведено комплексное обследование степных сообществ, восстанавливающихся на залежах. По результатам исследований 2022 г. было показано, что через 20 лет после прекращения распашки восстановление состава и структуры лугово-степной растительности произошло не полностью. По сравнению с целинными аналогами, сообщества на залежи характеризуются обедненным флористическим составом, низкой продуктивностью и долей корней в общей фитомассе [5]. Данная работа является продолжением этих исследований, ее целью является анализ флоры и структуры сообществ луговых степей на залежах, испытывающих в настоящее время такие виды антропогенной нагрузки, как сенокошение и выпас разной интенсивности.

Краткая характеристика района исследования. Работы проводились на территории Давлекановского района РБ в окрестностях сел Курятмасово, Микяшево и Бурангулово *(рисунок 1)*. В системе геоботанического районирования РБ [6] эта территория относится к Бижбулякско-Федоровскому округу дубовых лесов, обыкновенноковыльных и узколистноковыльных степей лесостепной зоны. Климат континентальный, с недостаточным увлажнением. Средняя годовая температура – +3,3°С, средняя температура января – -14,2°С, средняя температура июля – +20°С; средняя глубина промерзания почвы к концу зимы – до 90-130 см. Среднее годовое количество осадков – 450 мм/год, продолжительность безморозного периода – 125 дней, длительность вегетационного периода – 170 дней [7].

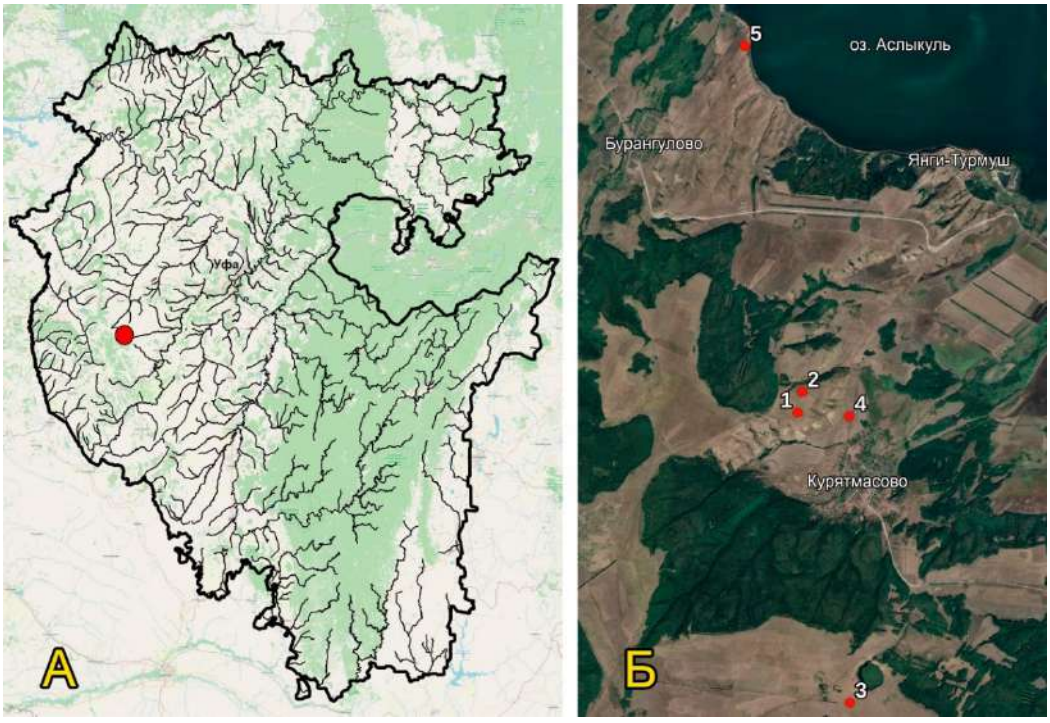


Рисунок 1. Район исследования на карте РБ (А); расположение участков 1-5 на космоснимке (Б).

По результатам ретроспективного анализа космоснимков Landsat 5, 8 за 1985-2022 гг. было установлено, что участок 1 стал залежью с начала 1990-х гг., участок 2 – еще раньше (время прекращения использования этой территории более точно установить не удалось), участок 3 распахивался до 2007 г., на участке 4 распашка прекратилась с начала 2000 гг. После окончания распашки восстановление степной растительности на участке 1 идет приблизительно 30 лет, на участке 3-15 лет, на участке 4 около 23-25 лет. Участок 2 является залежью приблизительно 30-40 лет, но ранее также подвергался распашке, о чем свидетельствуют многочисленные выходы камней на поверхность почвы. В настоящее время сообщества участка 1 эпизодически используются в качестве сенокоса, участков 2, 3 и 4 испытывают слабую, среднюю и сильную степень пастбищной нагрузки, соответственно. В качестве контроля были собраны данные с участка 5 с целинной луговой степью, которая находится на склоне берега озера Аслыкуль и не подвергалась распашке.

Материалы и методы. Полные геоботанические описания проводились на пробных площадях размером 100 м^2. Названия видов сосудистых растений приведены по сводке С.К. Черепанова [8]. Сбор образцов надземной фитомассы проводился на 105 пробных площадях размером 50×50 см. Запасы биомассы определяли методом укосов в период максимального ее развития, который, в соответствии с погодными условиями 2023 г., наступил в последней декаде июня. Были отобраны следующие фракции: живая надземная фитомасса (живое органическое вещество растений) и мортмасса (мертвое органическое вещество растений, которое состоит из опада и ветоши). Под опадом подразумеваются отмершие части трав, ветошь – отмершие части, еще не потерявшие связи с фотосинтезирующими растениями.

Результаты исследований. Флористическое разнообразие обследованных залежных участков представлено 132 видами сосудистых растений, относящихся к 25 семействам. Реликты и эндемики отсутствуют. На залежных участках отмечено произрастание 3 ковылей, нуждающихся в государственной охране и включенных в «Красную книгу Республики Башкортостан» [9]: ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana*), ковыль сарептский (*Stipa sareptana*) и ковыль перистый (*Stipa pennata*).

Ценотическая структура сообществ залежных участков отражает коренной тип растительности, существовавший до распашки – богато-разнотравные луговые степи. С высоким обилием на пробных площадях участков 1-4 встречаются злаки *Festuca pseudovina, Poa angustifolia, Stipa capillata*, *Stipa pennata*. Среди разнотравья с относительно большим обилием отмечены *Fragaria viridis*, *Agrimonia asiatica*, *Euphorbia virgata*, *Salvia verticillata* и др. На участках 1 и 2 довольно высокое покрытие (до 10-20%) также имеют мхи *Abietinella abietina, Polytrichum piliferum* и *Brachythecium salebrosum.* На сильно сбитом участке 4 содоминантом в сообществах является сорный вид полынь австрийская (*Artemisia austriaca*). На участке 5 с целинной луговой степью доминируют *Stipa capillata* и *Bromopsis inermis*, относительно высокое обилие имеют *Galium verum, Salvia stepposa, Filipendula vulgaris, Knautia arvensis* и *Genista tinctoria.*

По положению в системе флористической классификации сообщества на участках 1-3 могут быть отнесены к ассоциации луговых степей ***Poo angustifoliae-Stipetum pennatae*** Yamalov et al. 2013 (класс ***Festuco-Brometea*** Br.-Bl. et Tx. ex Soó 1947, порядок ***Brachypodietalia pinnati*** Korneck 1974, союз ***Cirsio-Brachypodion pinnati*** Hadač & Klika in Klika & Hadač 1944). Эта ассоциация объединяет наиболее типичные сообщества луговых степей, широко распространенные в разнообразных местообитаниях лесостепной зоны РБ. Данные сообщества имеют высокую хозяйственную ценность и часто используются в качестве сенокосов и пастбищ [10].

Сообщества сильно сбитого участка 4, в котором из-за интенсивного выпаса уменьшилось участие лугово-степных видов и сформировались сбитые полынно-дерновиннозлаковые степи с доминированием *Festuca pseudovina* и *Artemisia austriaca*, вероятно, могут быть отнесены к безранговому сообществу ***Festuca pseudovina -Artemisia austriaca*** порядка ***Polygono-Artemisietalia austriacae*** Sakhapov et Solomeshch in Ishbirdin et al. 1988 класса ***Polygono-Artemisietea austriacae*** Mirkin et al. in Ishbirdin et al. 1988, объединяющему устойчивые к вытаптыванию и выпасу сообщества низкорослых ксерофитных растений степной зоны [11].

Сравнение спектров эколого-ценотических групп видов выявило различия в ценофлорах сообществ разных участков *(рисунок 2)*.

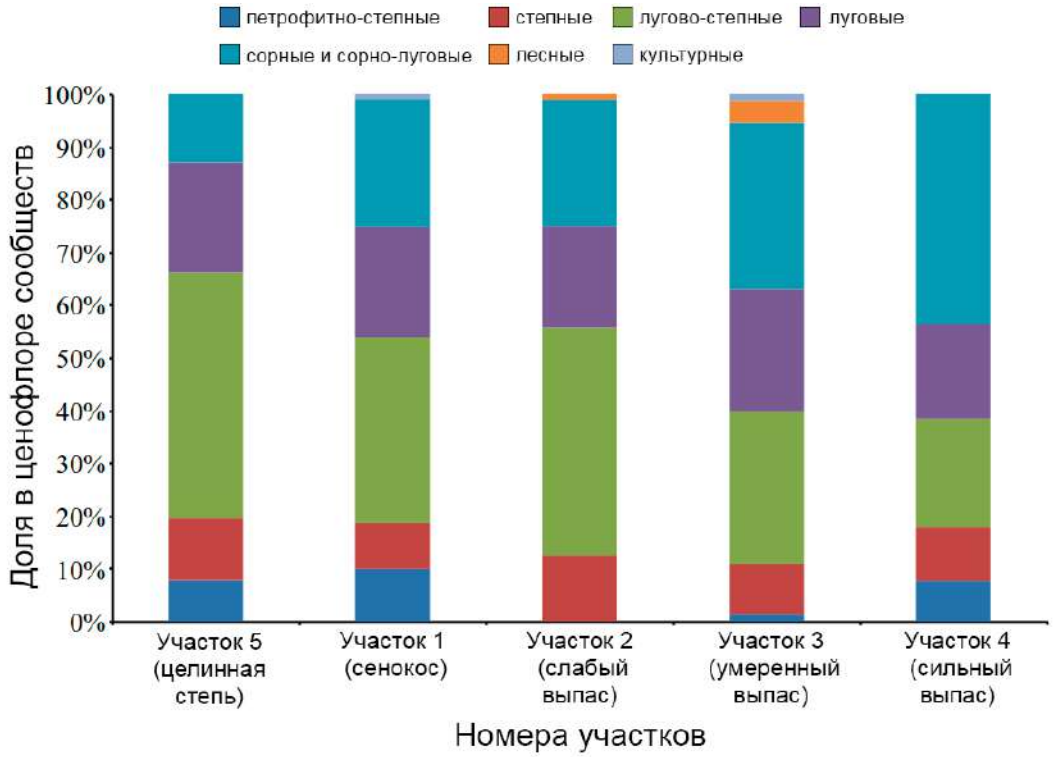


Рисунок 2. Спектр эколого-ценотических групп видов растений в ценофлорах сообществ обследованных участков.

На долю луговых (*Bromopsis inermis*, *Gentiana cruciata*, *Trifolium medium, Vicia cracca, Knautia arvensis* и др.) и лугово-степных (*Festuca pseudovina, Poa angustifolia, Medicago romanica, Genista tinctoria, Amoria montana* и др.) видов приходится 67% на участке целинной степи, 52-62% – на участках 1-3 и 38,5% – на интенсивно выпасаемом участке 4. Доля степных видов (*Stipa capillata, S. sareptana, S. lessingiana, Salvia stepposa* и др.) максимальна в ценофлорах участков 2 (12,5%) и 5 (11,7%) и минимальна на сенокосном участке 1 (8,8%). Доля петрофитно-степных видов (*Koeleria cristata, Hedysarum gmelinii, Galatella villosa* и др.) более существенна в сообществах участков 1 (9,9% ценофлоры), 4 (7,7%) и 5 (7,8%) (*рисунок 2*).

Доля сорных и сорно-луговых (*Artemisia absinthium, A. austriaca, Agrimonia asiatica, Verbascum lychnitis, Taraxacum officinale* и др.) минимальна в целинной степи (13%), а на залежах по мере усиления выпаса возрастает с 24% на участках 1 и 2 до 43,6% видов на участке 4 *(рисунок 2)*. При этом, время, прошедшее после прекращения распашки (для участка 3 – около 15 лет, для участка 4 – более 20 лет), по всей вероятности, играет меньшую роль, по сравнению с интенсивностью выпаса.

Анализ структуры сообществ показал, что по мере усиления пастбищной нагрузки на участках 2-4 происходит снижение видовой насыщенности (количества видов на пробной площади), высоты травяного яруса и проективного покрытия сообществ, что особенно выражено на интенсивно выпасаемом участке 4. По сравнению с целинной степью участка 5, на залежных участках 1-4 отсутствуют такие степные и лугово-степные виды, как *Adonis vernalis*, *Phleum phleoides*, *Dianthus versicolor, Plantago urvillei*, *Xanthoselinum alsaticum*, *Stipa sareptana* и другие виды. Кроме того, видовая насыщенность сообществ участка 5 (78 видов на пробной площади) значительно выше, чем на участках 1-4 (35-47 видов). Имеются и другие различия в структуре сообществ *(таблица 1)*.

Таблица 1

Некоторые фитоценотические показатели обследованных сообществ

Номер участка	1	2	3	4	5
ОПП травяного яруса, %	60	65	70	40	60
Средняя высота травяного яруса, см	25	25	25	15	30
Число видов на пробной площади 10х10 м	46-47	41-49	39	35	78

По результатам обследования растительности можно сделать вывод, что участки 1-4 являются зарастающими залежами средних стадий восстановления (демутации) на месте ранее распаханных богато-разнотравных луговых степей. По сравнению с целинной луговой степью, фитоценотическая структура сообществ залежных участков отличается пониженными показателями видового разнообразия и видовой насыщенности на единицу площади, меньшей долей лугово-степных и большей представленностью сорных и сорно-луговых видов в экоценотическом спектре ценофлор. Данные различия усиливаются по мере увеличения пастбищной нагрузки.

Также выявлено отрицательное влияние пастбищной нагрузки на надземную живую фитомассу сообществ. Средние показатели сухой живой надземной фитомассы сообществ на залежах варьировали от 1,89 т/га на участке 2 с эпизодическим выпасом до 0,58 т/га на сильно сбитом в результате выпаса участке 4, что значительно ниже, чем на участке с ненарушенной степной растительностью (2,74 т/га).

Средние запасы надземной мортмассы на участках 155 составляли 1,75, 2,85, 1,13, 20,9 и 3,74 т/га, соответственно. Существенное превышение показателей надземной мортмассы над показателями надземной живой фитомассы отмечено на участке 2 с эпизодическим выпасом (почти на 50%) и на участке 5 с ненарушенной степной растительностью (на 36%). На сильно сбитом участке 4 запасы надземной мортмассы были почти в 3 раза ниже, чем запасы надземной живой фитомассы.

По литературным данным, в суббореальных степях Европы запасы надземной зеленой фитомассы составляют в сухих степях – 1,9 т/га, в настоящих степях – 2,1 т/га, в луговых степях – 3,7 т/га, а в суббореальных степях Азии на эти показатели приходится по 0,9, 1,9 и 3,5 т/га, соответственно [12, 13]. По запасам надземной живой фитомассы данные по целинному участку 5 (2,74 т/га) приближаются к показателям обедненных низкопродуктивных вариантов луговых степей Евразии, а данные по сообществам на залежах существенно ниже, особенно на сильно сбитом участке 4 (почти в 6 раз, по сравнению с луговыми степями, и в 3 раза, по сравнению с настоящими степями других регионов).

Заключение. Для степных сообществ, которые в течение 15-30 лет восстанавливаются на залежных участках в лесостепной зоне Башкирского Предуралья, на примере участков с разным режимом современного хозяйственного использования (сенокошение и три степени пастбищной нагрузки) было показано, что их флористический состав приобретает сходство с коренным типом растительности, существовавшим до распашки (богато-разнотравными луговыми степями). Тем не менее, растительность залежных участков отличается от близлежащих целинных степных сообществ пониженными показателями разнообразия и видовой насыщенности. Усиление пастбищной нагрузки ингибирует прохождение восстановительной сукцессии, приводит к уменьшению надземной живой фитомассы, снижению видовой насыщенности сообществ, высоты и проективного покрытия травостоя, возрастанию доли сорных и сорно-луговых видов в ценофлорах выпасаемых участков. Участок с сильной пастбищной нагрузкой по флористическому составу и низким запасам живой фитомассы слабо соответствует степной растительности вследствие рудерализации сообществ.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Программа создания и функционирования карбонового полигона на территории Республики Башкортостан «Евразийский карбоновый полигон» на 2022-2023 гг.» (Номер для публикаций: FEUR-2022-0001).

Список литературы

1. Hurka H., Friesen N., Bernhardt K.-G., Neuffer B, Smirnov S.V., Shmakov A.I., Blattner F.R. The Eurasian steppe belt: Status quo, origin and evolutionary history // Turczaninowia. 2019. Vol. 22. No 3. P. 5-71. DOI: 10.14258/turczaninowia.22.3.1

2. Ямалов С.М., Миркин Б.М. Флористическая и географическая дифференциация настоящих и луговых степей Южного Урала // Растительный мир Азиатской России. 2010. № 2(6). С. 58-65.

3. Япаров И.М., Вильданов И.Р., Сулейманов Р.Р., Сайфуллин И.Ю. Состояние и особенности динамики заброшенных сельскохозяйственных ландшафтов лесостепей Башкирского Предуралья // Вестник Забайкальского государственного университета. 2017. Т. 23. № 11. С. 28-36.

4. Хусаинова С.А., Халикова А.А., Хусаинов А.Ф. Анализ восстановительных сукцессий на залежных землях Башкирского Предуралья // Ботаника в современном мире: Труды XIV съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире». Т.2. Махачкала: АЛЕФ, 2018. С. 145-147.

5. Баишева Э.З., Федоров Н.И., Жигунова С.Н., Широких П.С., Комиссаров М.А., Габбасова И.М., Мулдашев А.А., Бикбаев И.Г., Туктамышев И.Р., Шендель Г.В., Сулейманов Р.Р., Гарипов Т.Т. Продуктивность растительности и запасы углерода в луговой степи на залежи в Башкирском Предуралье (Южно-Уральский регион) // Юг России: экология, развитие. 2023. Т. 18 №. 4. С. 64–73. DOI: 10.18470/1992-1098-2023-4-64-73

6. Жудова П.П. Геоботаническое районирование Башкирской АССР. Уфа: Башкирское книжное издательство, 1966. 120 с.

7. Атлас Республики Башкортостан / И. М. Япаров (ред.). Уфа: ГУП РБ Башкирское книжное издательство «Китап», 2005. 420 с.

8. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Русское издание. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

9. Красная книга Республики Башкортостан: в 2 т. Т 1: Растения и грибы / В.Б. Мартыненко (ред.). Москва: Студия онлайн, 2021. 392 с.

10. Ямалов С.М., Баянов А.В., Мулдашев А.А., Аверинова Е.А. Ассоциации луговых степей Южного Урала // Растительность России. 2013. № 22. С. 106–125.

11. Ямалов, С.М., Мартыненко В.Б., Абрамова Л.М., Голуб В.Б., Баишева Э.З., Баянов А.В. Продромус растительных сообществ Республики Башкортостан. Уфа: АН РБ Гилем, 2012. 100 с.

12. Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993. 293 с.

13. Титлянова А.А., Базилевич Н.И., Шмакова Е.И., Снытко В.А., Дубынина С.С., Магомедова Л.Н., Нефедьева Л.Г., Семенюк Н. В., Тишков А.А., Ти Тран, Хакимзянова Ф.И., Шатохина Н.Г., Кыргыс Ч.О., Самбуу А.Д. Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности /2-е издание. Новосибирск: ИПА СО РАН, 2018. 110 с.

УДК 556.047
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-147-151

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ СТОЧНЫХ ОЗЕР СТЕПНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

ASSESSMENT OF THE STATE OF HYDROMETEOROLOGICAL KNOWLEDGE OF OVERFLOW LAKES IN THE STEPPE ZONE OF NORTHERN EURASIA

Батмазова А.А., Гайдукова Е.В.
Batmazova A.A., Gaidukova E.V.

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия
Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia

E-mail: batmazovaa@mail.ru, oderiut@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются наиболее изученные в гидрометеорологическом плане степные территории Северной Евразии: на Восточно-Европейской равнине – Кубано-Приазовская низменность, Ставропольская Возвышенность и Прикаспийская низменность; на Урале – Саринское плато, Урало-Тобольское плато, Оренбургское Предуралье; на Западно-Европейской равнине – Барабинская низменность и Ишимская степь. Рассмотрена степень гидрометеорологической изученности сточных озерных систем в перечисленных районах. Проведена оценка состояния наблюдательной сети путем анализа количества действующих гидрологических речных и озерных постов, метеорологических станций, расположенных на водосборах рассматриваемых озер, а также проводимых на них видов работ.
Ключевые слова: озерные системы, сточные озера, гидрология степей.

Abstract. This article examines the most hydrometeorologically studied steppe territories of Northern Eurasia: on the East European Plain – Kuban-Azov Lowland, Stavropol Upland and Caspian Lowland; in the Urals – Sarinsky plateau, Ural-Tobolsk plateau, Orenburg Cis-Urals; on the Western European Plain – Baraba Lowland and Ishim Steppe. The degree of hydrometeorological knowledge of waste lake systems in the listed areas is considered. An assessment of the state of the observation network was carried out by analyzing the number of operating hydrological river and lake posts, meteorological stations located on the catchment areas of the lakes in question, as well as the types of work carried out on them.
Key words: lake systems, overflow lakes, steppe hydrology.

Введение. Евразия является крупнейшим материком на Земле, наибольшую площадь которого занимает Российская Федерация.

В России, из-за ее размеров занимаемой территории, представлено большое количество природных зон, а именно: арктические пустыни, тундра, альпийская тундра, тайга, горные леса, умеренные широколиственные леса, умеренные степи и степи. Перечисленные зоны относятся к районам, объединяющим территории по природно-ландшафтному признаку [1].

Материалы исследования. Всего существует девять природно-ландшафтных стран. В этом исследовании из всех существующих природно-ландшафтных стран *(рисунок 1)* будет рассматриваться территория Северной Евразии, а именно – степи, расположенные на Восточно-Европейской равнине, Урал и Западно-Сибирская равнина.

Каждая природная зона уникальна, и степи – не исключение. По этой причине они представляют большой интерес и активно используются в хозяйственной деятельности человека, что приводит к нарушению их экосистем, с одной стороны, а с другой – к развитию стратегий по их охране, что требует тщательного рассмотрения и изучения этой природной зоны с точки зрения различных наук [2].

Степные территории Северной Евразии представлены в *таблице 1*.

Таблица 1

Степи, расположенные на территории Северной Евразии

Восточно-Европейская равнина	Урал	Западно-Сибирская равнина
Кубано-Приазовская низменность	Саринское плато	Барабинская низменность
Ставропольская возвышенность	Урало-Тобольское плато	Ишимская степь
Прикаспийская низменность	Оренбургское Предуралье	

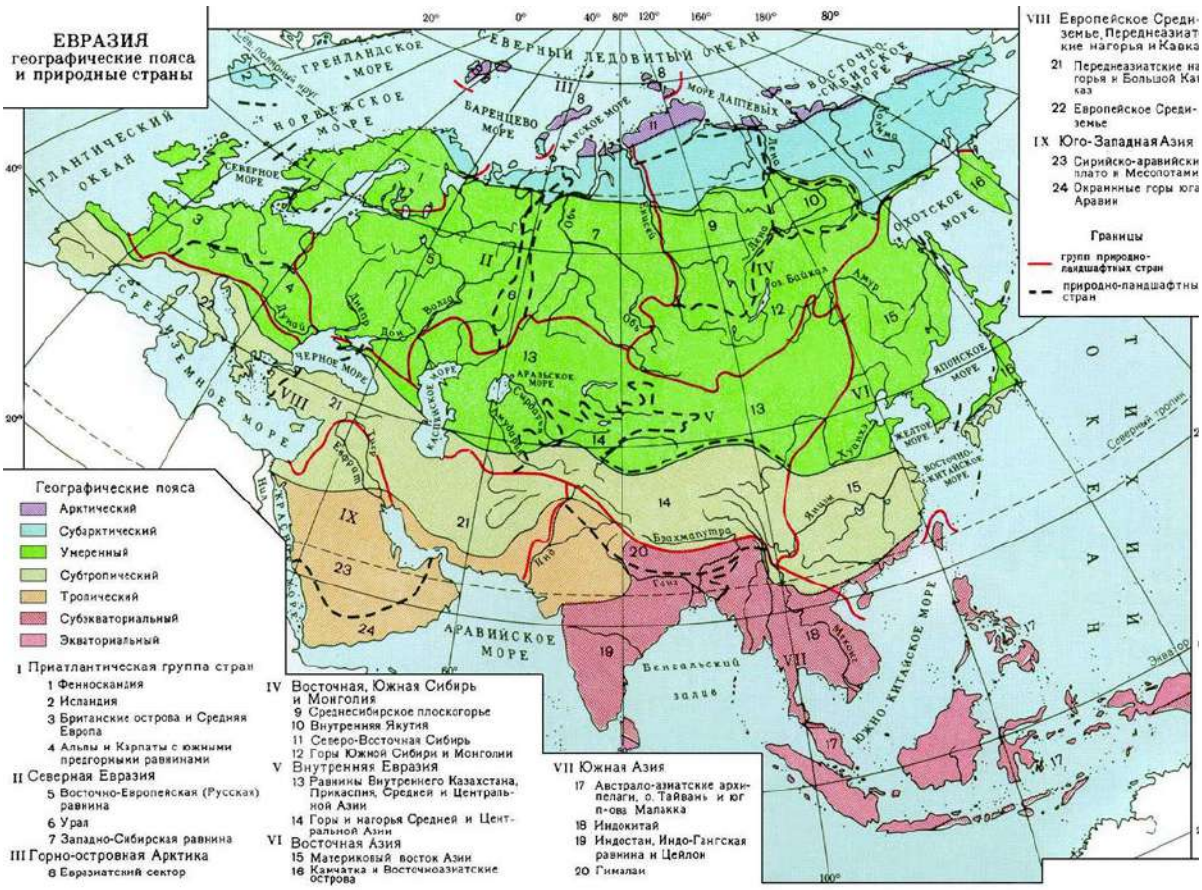


Рисунок 1. Карта распространения природных зон [https://dic.academic.ru].

Результаты. Несмотря на то, что степной климат преимущественно сухой и жаркий, эта природная зона не страдает от недостатка водных объектов [3]. Конечно, степные реки и озера представляют отдельный гидрологический пласт со своими особенностями, изучению которых способствует развитая гидрометеорологическая сеть.

В пределах исследуемых территорий, помимо озер – естественных замкнутых водоемов, созданы водохранилища, которые также относятся к озерам, но искусственного происхождения.

Перечень сточных озерных гидрологических постов представлен в *таблице 2.*

Таблица 2

Озерные гидрологические посты

Озерный гидрологический пост	Дата открытия	Степной район	Притоки	Отток
вдхр Краснодарское – г. Краснодар	01.06.1975	Кубано-Приазовская низменность	рр. Белая, Пшиш, Марта, Апчас, Шундук, Псекупс	р. Кубань
вдхр Краснодарское – х. Ленин	18.02.2018			
вдхр Веселовское – х. Дальний	01.07.1972	Ставропольская возвышенность	р. Маныч	р. Маныч
вдхр Пролетарское – Правый Остров	28.08.1967	Кумо-Манычская впадина	рр. Маныч, Егорлык, Средний Егорлык	р. Маныч
вдхр Ириклинское – с. Горный Ерик	01.08.1962	Урало-Тобольское – Саринское плато	рр. Суундук, Таналык, Сосновка	р. Урал
вдхр Ириклинское – пос. Ириклинский	22.06.1961	Саринское плато		
вдхр Ириклинское – с. Чапаевка	01.08.1962	Урало-Тобольское плато		

Озерный гидрологический пост	Дата открытия	Степной район	Притоки	Отток
вдхр Сорочинское – г. Сорочинск	27.05.1998	Оренбургское Предуралье	р. Самара	р. Самара
оз. Индерь – с. Индерь	04.08.1946	Барабинская низменность	р. Баган	р. Баган
оз. Урюм – д. Михайловка	11.08.1946		р. Чулым	р. Чулым
оз. Иткуль – с. Житниковское	17.10.1981	Ишимская степь	ручьи	р. Ик
оз. Андреевское – пос. Боровский	26.02.1962		руч. Язевка, Таловка, Железянка	р. Дуван
оз. Сингуль – с. Сингуль Татарский	28.06.1976		ручей	р. Исеть

Большинство притоков и оттоков перечисленных сточных озер также достаточно хорошо изучены. В *таблице 3* представлен перечень гидрологических постов основных рек, находящих на водосборах степных озер, а на *рисунках 2-4* представлены карты-схемы гидрометеорологической изученности, включающие озерные и речные гидрологические посты, а также метеорологические станции.

Таблица 3

Перечень гидрометеорологических постов, расположенных на водосборах степных озер

Река	Пост	Метеорологический пост
Белая	пос. Гузерипль	Майкоп
	пгт Каменномостский	Белореченск
	х. Грозный	
Пшиш	г. Хадыженск	Горный
	аул. Габукай	
Марта	аул Ассоколай	
Псекупс	с.Садовое	
	г. Горячий Ключ	
Кубань	г. Краснодар	Краснодар, Круглик
	ст-ца Ладожская	Кропоткин
Егорлык	с. Новый Егорлык	Городовиковск
		Гигант
	с. Привольное	Ставрополь
Урал	г. Верхнеуральск	Верхнеуральск
	с. Кизильское	Магнитогорск
Таналык	с. Самарское	Акъяр
	с. Мамбетово	
Самара	пос. Новосергиевка	Новосергиевка
	с. Гамалеевка	Сорочинск
	г. Бузулук	Бузулук
	с. Елшанка Первая	Боровое Лесничество
	пгт. Алексеевка	Самара
Чулым	с. Новобирилюссы	Большой Улуй
	с. Тегульдет	Первомайское
	с. Зырянское	Томск
	пгт. Батурино	Молчаново
	с. Старогорносталево	Здвинск
Исеть	с. Колюткино	Верхнее Дуброво
	г. Катайск	Каменск-Уральский
	г. Далматово	Шадринск
	г. Шадринск	Шатрово
	с. Мехонское	Ялуторовск
	с. Исетское	Тюмень



Рисунок 2. Карта-схема гидрометеорологической изученности степных территорий Западно-Сибирской равнины (– озерные посты; – речные посты; – метеорологические посты).

Перечисленные в *таблице 3* речные гидрологические и озерные посты, расположенные в пределах степей на Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнине, относятся к постам первого разряда, а метеорологические станции – второго разряда.

Это означает, что на гидрологических постах ведется полный объем наблюдений, т.е. измеряют уровень вод, уклон водной поверхности, расход воды в реке, температуру воды, мутность воды, расход взвешенных и донных наносов, волнение, рейдовые наблюдения на акваториях, мониторинг загрязнения вод, а также ведутся метеонаблюдения [4].

На метеорологических станциях второго разряда производятся наблюдения три раза в сутки за основными метеоэлементами: давление воздуха, температура воздуха, абсолютная и относительная влажность, направление и скорость ветра, осадки, облачность, испарение с водных поверхностей или с почвы (на некоторых станциях).

На Уральской степной территории, помимо уже перечисленных постов первого и второго разряда, находится гидрологический пост третьего разряда на р. Самара – пгт. Алексеевка.

На таких постах производятся:

1. Гидрологические наблюдения (уровень и температура воды, толщина льда и высота снега на льду, ветер и волнение, ледовый режим, оценка водной растительности).
2. Составление и передача телеграмм о гидрологическом режиме и осадках.
3. Первичная обработка материалов наблюдений и составление месячных таблиц.

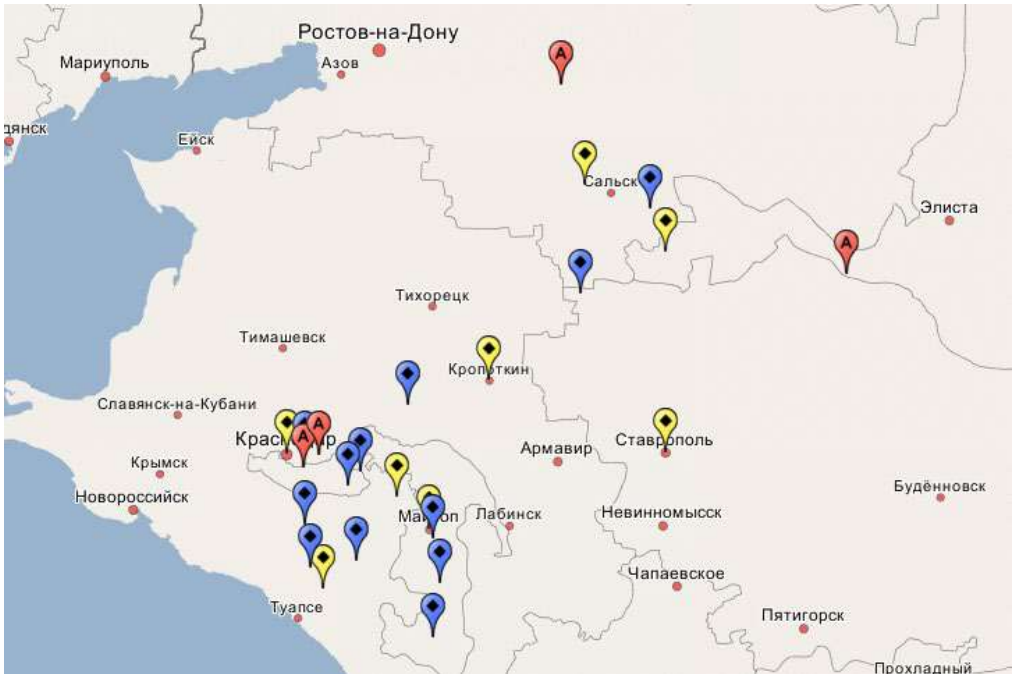


Рисунок 3. Карта-схема гидрометеорологической изученности степных территорий Восточно-Европейской равнины (– озерные посты; – речные посты; – метеорологические посты).



Рисунок 4. Карта-схема гидрометеорологической изученности степных территорий Урала (– озерные посты; – речные посты; – метеорологические посты).

Выводы. Таким образом, можно сделать вывод, что территория степей Северной Евразии достаточно хорошо развита в плане гидрометеорологической изученности. На гидрологических постах и метеорологических станциях имеется репрезентативный ряд наблюдений, позволяющий оценивать гидрологический режим рек и озер и отслеживать климатические изменения.

Список литературы

1. Богданович К.И. Ишимская степь между Петропавловском и Омском в отношении ее водоносности // Известия Общества горных инженеров, 1893. № 1. С. 8-21.

2. Стратегия сохранения степей России: позиция неправительственных организаций / Ред. И.Э. Смелянский. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2006. 36 с.

3. Мордкович В.Г. Степные экосистемы. 2-е изд. испр. и доп. Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2014. 170 с.

4. Жук В.А. Гидрометеорологическая сеть // Большая российская энциклопедия. Т. 7. Москва, 2007. С. 94.

УДК 631.11
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-152-158

РОЛЬ НАУЧНОГО НАСЛЕДИЯ К.Г. ШУЛЬМЕЙСТЕРА В СТАНОВЛЕНИИ РАЗВИТИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ СТЕПНОЙ И ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОН РОССИИ

THE ROLE OF SCIENTIFIC HERITAGE K.G. SHULMEISTER IN THE FORMATION OF AGRICULTURE DEVELOPMENT IN THE STEPPE AND SEMI-DESERT ZONES OF RUSSIA

Беленков А.И.
Belenkov A.I.

ФГБНУ Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса, Лобня, Московской область, Россия
Federal Scientific Center for Forage Production and Agroecology named after V.R. Williams, Lobnya, Moscow region, Russia

E-mail: belenokaleksis@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается биографический материал о жизни, научной и преподавательской работе выдающегося ученого-агрария прошлого столетия Константина Георгиевича Шульмейстера, 130-летие со дня рождения которого отмечается в 2025 году. Профессор К.Г. Шульмейстер оставил достойное и солидное научное наследие. Им опубликовано около 200 печатных работ, в т.ч. 7 книг и 8 брошюр. Константин Георгиевич подготовил более 30 кандидатов наук, он был консультантам по трем докторским диссертациям. В память о К.Г. Шульмейстере в г Волгограде установлена мемориальная доска на доме, в котором в последние годы проживал ученый, в его честь в Волгоградском ГАУ оборудована и функционирует учебная аудитория на кафедре земледелия и агрохимии.
Ключевые слова: агроном, ученый, доктор с.-х. наук, профессор, Учитель с большой буквы.

Abstract. The article examines biographical material about the life, scientific and teaching work of the outstanding agricultural scientist of the last century, Konstantin Georgievich Shulmeister, whose 130th birthday anniversary is celebrated in 2025. Professor K.G. Schulmeister left a worthy and solid scientific legacy. He published about 200 printed works, including 7 books and 8 brochures. Konstantin Georgievich trained more than 30 candidates of science, he was a consultant on three doctoral dissertations. In memory of K.G. Schulmeister in Volgograd, a memorial plaque was installed on the house in which the scientist lived in recent years; in his honor, a classroom at the Department of Agriculture and Agrochemistry was equipped and functioning at the Volgograd State Agrarian University.
Key words: agronomist, scientist, doctor of agriculture. Sciences, Professor, Teacher with a capital T.

В апреле 2025 г. исполняется 130 лет со дня рождения известного ученого в области степного и полупустынного земледелия, профессора, доктора сельскохозяйственных наук Заслуженного деятеля науки РФ Константина Георгиевича Шульмейстера *(рисунок 1)*.

К.Г. Шульмейстер уроженец с. Каменка Камышинского уезда Саратовской губернии, выходец из крестьянской семьи поволжских немцев. В родном селе получил начальное образование, затем закончил Камышинское реальное училище в 1912 г. Два года учительствовал, а затем в 1913 г. поступил на учебу в Московский сельскохозяйственный институт (ныне РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева). В летний период Константин должен был зарабатывать деньги на продолжение учебы.

В период полевых работ 1914 и 1915 гг. он работал нивелировщиком в изыскательских партиях. Летом 1916 г. работал агротехником на Смоленской с.-х. опытной станции. В годы учебы Константин Георгиевич охотно посещал лекции выдающихся ученых того времени: профессоров А.Г. Дояренко, Д.Н. Прянишникова, Д.Л. Рудзинского, Е.А. Богданова, В.И. Эдельштейна, Н.С. Нестерова, А.Ф. Фортунатова. Общение с известными учеными произвели неизгладимое впечатление на любознательного студента и послужили основой формирования характера будущего исследователя и неутомимого экспериментатора. После сдачи государственного экзамена в 1918 году, он был утвержден в звании ученого агронома первого разряда *(рисунок 2)*.

В конце июня 1918 г. Саратовский губернский земельный отдел обратился в МСХА (институт был уже переименован в академию) с просьбой порекомендовать агронома на

должность заведующего Камышинским опытным полем. Выбор пал на Шульмейстера как уроженца тех мест [1].

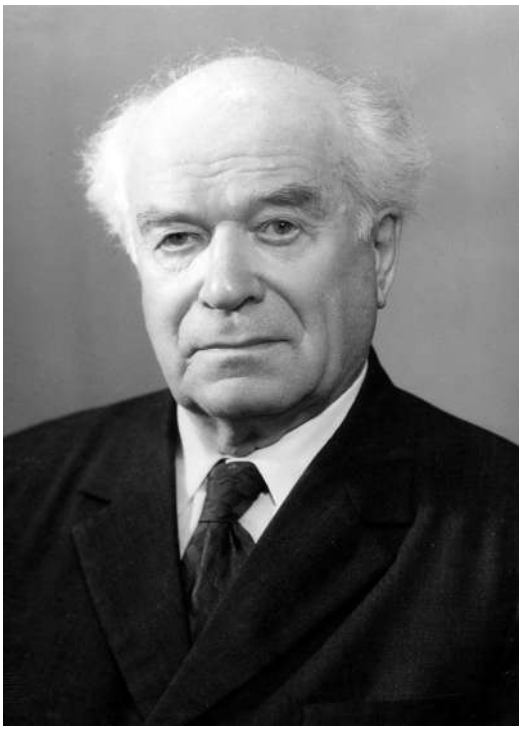


Рисунок 1. Шульмейстер Константин Георгиевич (30.04.1895-07.01.1996), доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ.



Рисунок 2. Шульмейстер К.Г., студент Московской сельскохозяйственной академии, 1918 г.

Первый год работы Шульмейстера в Камышине был очень тяжелым. 1920 и 1921 гг. ушли на восстановление разрушенного хозяйства: ремонт помещений, пополнение сельскохозяйственной техники, лабораторного оборудования. В это время Шульмейстеру по работе частенько приходилось бывать в Саратове, там он обязательно старался прийти в

Саратовский государственный университет на кафедру к Н.И. Вавилову (тот с 1917 г. возглавил кафедру частного земледелия и селекции и оставался на ней до 1921 г.). Там же в Саратове, под руководством профессора Н.М. Тулайкова, началась многогранная научно-исследовательская деятельность.

Возглавляя работу Камышинской опытного поля, К.Г. Шульмейстер занимался изучением агротехники зерновых, пропашных и бахчевых культур, испытывались новые сорта зерновых культур саратовской селекции. В 1923 г, при участии Н.И. Вавилова, на опытном поле был организован сортоиспытательный участок, на котором изучались сорта озимой, яровой пшеницы и кукурузы. Земельная площадь опытного поля доведена до 350 га. Признавая заслуги опытного поля, в 1928 г. оно было преобразовано в Камышинскую сельскохозяйственную опытную станцию, которую продолжал возглавлять К.Г. Шульмейстер *(рисунок 3)*.

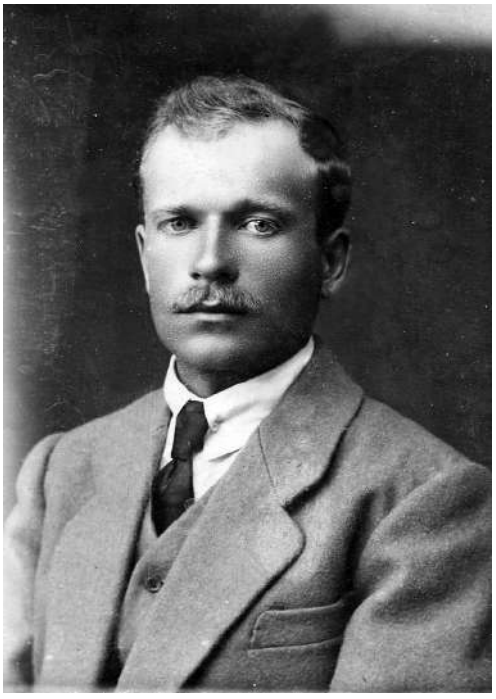


Рисунок 3. К.Г. Шульмейстер, директор Камышинской сельскохозяйственной опытной станции, 1930 г.

В начале 1931 г. К.Г. Шульмейстер, по приглашению Саратовского сельскохозяйственного института, возглавил кафедру агротехники на факультете механизации и электрификации сельского хозяйства. Он читал лекции по земледелию и растениеводству. Одновременно Шульмейстер заведовал группой богарного земледелия во Всесоюзном институте зернового хозяйства (ВИЗХ), которым руководил Н.М. Тулайков. В январе 1935 г. решением ВАК за совокупность опубликованных работ ему было присвоено звание профессора, после чего он возглавил кафедру земледелия на агрономическом факультете Саратовского СХИ. С 1936 по 1938 гг. одновременно являлся заместителем директора института по учебной и научной работе, он сам становится одним из виднейших ученых России [2].

В ночь на 20 июля 1938 г. К.Г. Шульмейстер был арестован органами НКВД по обвинению в участии в антисоветской террористической организации. Приговором Военного трибунала Приволжского военного округа 28 апреля 1939 г. К.Г. Шульмейстер был осужден по клеветническому обвинению по статье 58 УК РСФСР и приговорен к смертной казни. Два месяца Константин Георгиевич провел в камере смертников Саратовской тюрьмы, ждал утверждения приговора Москвой. Военная коллегия Верховного суда СССР заменила приговор лишением свободы сроком на 10 лет с поражением в правах на 5 лет после его отбытия и конфискацией имущества. В начале отбывания срока заключения будущий крупнейший ученый в области земледелия был направлен на земляные работы на оловянный прииск, но врачебная комиссия признала его, как дистрофика крайней степени, негодным к тяжелым земляным работам и отправила на сельскохозяйственные работы в подсобное хозяйство УСВИТЛ (Управление Северо-Восточным исправительно-трудовым лагерем). Здесь К.Г. Шульмейстер, находясь в

заключении, проработал бригадиром полеводческой бригады из заключенных по выращиванию овощных культур до срока полной реабилитации в 1956 г. Производственную работу в бригаде сочетал, насколько это было возможно, с проведением полевых опытов по разработке приемов освоения целинных северных земель и повышению урожайности сельскохозяйственных культур в условиях короткого северного лета. В зимний период вел курсы по основам земледелия для агрономов и рабочих совхозов *(рисунок 4)*.



Рисунок 4. К.Г. Шульмейстер, заключенный, подсобный рабочий УСВИТЛ. Магаданская область, 1950 гг.

По окончании десятилетнего срока заключения в лагере, 20 августа 1948 г., ему было объявлено, что решением Особого совещания он заочно приговорен к пожизненной ссылке в Магаданской области. Его выпустили из лагеря, предоставив право самостоятельного проживания в ближайшем населенном пункте. Поскольку Шульмейстер был очень ценным специалистом, за ним сохранили прежнюю должность. Там он проработал еще 8 лет, до 1956 г.

По истечении десятилетнего срока Константин Георгиевич приобрел право участвовать в научно-производственных совещаниях, выступать в печати г. Магадана со статьями по узловым вопросам северного земледелия. После семнадцати лет пребывания в Магаданской области в 1955 г. К.Г. Шульмейстер был реабилитирован и окончательно оправдан в 1956 г. В марте 1956 г. ВАК СССР восстановила его в ученом звании профессора. В июле 1956 г. магаданское областное руководство предложило Шульмейстеру должность начальника отдела науки и пропаганды в областном управлении сельского хозяйства и просило обобщить результаты работы научно-исследовательских учреждений и его собственный семнадцатилетний опыт агрономической работы в условиях вечной мерзлоты. Порученное ему дело Шульмейстер, как обычно, выполнил с присущей ему тщательностью – обобщающая сводка результатов работы была оформлена в виде монографии «Растениеводство Северо-Востока» [3].

В 1957 г. К.Г. Шульмейстер соединился со своей семьей (женой и двумя дочерями) после почти двадцатилетнего вынужденного перерыва. В 1958 г ему была предложена должность заведующего кафедрой общего земледелия Красноярского СХИ. По окончании двухлетнего пребывания в Восточной Сибири возник вопрос о перемене места жительства.

В 1960 г. он переехал в Сталинград (с 1961 г. – Волгоград), где он с 01 сентября 1960 г. и до последнего дня жизни бессменно проработал вначале профессором, с 1977 г. профессором-консультантом кафедры общего и орошаемого земледелия Волгоградского СХИ (позже Волгоградской ГСХА, ныне Волгоградский ГАУ) *(рисунок 5)*. К.Г. Шульмейстер читал лекции по земледелию и методике полевого опыта, лекции на факультете повышения квалификации

преподавателей сельхозтехникумов, имел аспирантов, около 50 раз выступал в качестве официального оппонента на защитах докторских и кандидатских диссертаций в ученых советах различных сельскохозяйственных вузов. В 1964 г. К.Г. Шульмейстер защитил докторскую диссертацию на тему «Вопросы сухого земледелия в зоне каштановых почв Нижнего Поволжья». В 1965 г. был введен в состав секции земледелия ВАСХНИЛ. С 1965 по 1976 гг. был экспертом ВАК по кандидатским и докторским диссертациям в области сельскохозяйственных наук. Он принимал активное участие в агрономической жизни Волгоградской области: разрабатывал рекомендации по проведению полевых работ в колхозах и совхозах, периодически выезжал в хозяйства области. Неоднократно направлял докладные записки в обком и облисполком по актуальным вопросам сельского хозяйства. В 1966 г. Константин Георгиевич был награжден орденом «Знак почета», а в 1977 г. – орденом Трудового Красного Знамени. В 1977 г., в возрасте 82 лет, перешел на положение профессора-консультанта при кафедре общего и орошаемого земледелия, продолжая научную деятельность *(рисунок 5)* [4].



Рисунок 5. К.Г. Шульмейстер за рабочем столом в кабинете кафедры общего и орошаемого земледелия, 1990 г.

Основное направление научной работы: К.Г. Шульмейстера отражено в названии главного труда его жизни – монографии «Борьба с засухой и урожай», изданной в 1975, дополненной и переизданной в 1988 гг. Здесь и подобных работах ученый анализирует многолетний опыт ведения степного сельскохозяйственного производства в засушливых регионах страны. Он являлся одним из разработчиков и участников составления систем земледелия для степных, сильно засушливых областей Поволжья, Урала и Северного Казахстана. Эти системы действуют, и до сей поры. Значителен его вклад в совершенствование структуры посевных площадей и построение полевых, кормовых и специальных севооборотов. Особое значение К.Г. Шульмейстер придавал агротехнической роли чистых паров в накоплении и сохранении почвенной влаги в земледелии степной и полупустынной зоны. Он настаивал на достаточно высоком удельном весе чистых паров в полевых севооборотах (достигающих 20-25%), за что неоднократно подвергался критике, особенно со стороны руководящих государственных и партийных чиновников. Большое внимание Константин Георгиевич уделял правильным системам основной, предпосевной и послепосевной обработки почвы, уходу за парами. Велика его заслуга в решении вопросов сохранения и повышения плодородия степных зональных почв за счет принципов биологизации и экологизации земледелия. Особую заботу ученого вызывала проблема защиты почв от водной эрозии и дефляции. Он явился одним из инициаторов внедрения в Поволжье почвозащитной системы земледелия, расширением применения кулисных паров, обустройством территории в плане создания и эффективного использования сети лесных полос, расширения посева многолетних трав [5].

Свой жизненный путь в науке ученый представил в предисловии к собранию сочинений такими словами: «Оценивая пережитое, свой нелегкий путь в науку, прихожу к выводу: да, к своему несчастью, я принадлежу к той категории интеллигенции, которой довелось испытать все виды репрессий сталинского режима. Еще более горькая участь постигла моих учителей Н.И. Вавилова, А.Г. Дояренко, Н.М. Тулайкова, Р.Э. Давида, Г.К. Мейстера. И тем не менее я благодарен судьбе, которая подарила мне счастье работать с такими людьми, ставшими моими учителями и помогшими мне добиться своей цели» [5].

Интересными представляются воспоминания К.Г. Шульмейстера о своих учителях и наставниках, особенно впечатляли разговоры о Николае Ивановиче Вавилове. Об этом ученом с мировым именем, Константин Георгиевич отзывался всегда тепло и трепетно, подчеркивая, прежде всего, незаурядные человеческие качества Н.И. Вавилова, с которым он тесно общался не только в рабочей, но и домашней обстановке.

Несомненно, то, что Константин Георгиевич учился у таких людей, а также работал вместе с ними, отложило отпечаток на его воспитание и становление как большого, маститого научного работника, перенявшего у своих учителей лучшие качества отечественного ученого – интеллигента

По поводу празднования столетия со дня рождения стоит сказать особо *(рисунок 6)*. 30 апреля 1995 г, в кругу многочисленных коллег, учеников, гостей, близких друзей и родных, праздновал столетний юбилей профессор К.Г. Шульмейстер, известный ученый, патриарх отечественного земледелия, убеленный сединами мудрости и жизненных невзгод. Это было фантастично и труднодоступно для понимания и осмысления. Здесь важен не только факт редкого для нашей страны долголетия, но и то, что вековой юбилей отмечал замечательный и удивительный человек, навсегда оставивший глубокий след в наших сердцах и судьбах! Константин Георгиевич был, как всегда, безукоризнен: спокоен, доброжелателен, вежлив, аккуратен, светился внутренней добротой и чистотой, очередной раз, поражая окружающих ясностью и четкостью мыслей, абсолютной памятью на прошлые события *(рисунок 6)*.



Рисунок 6. Празднование 100-летнего юбилея выдающегося ученого. Слева К.Г. Шульмейстер, посредине ректор Волгоградской ГСХА А.М. Гаврилов, справа представитель Департамента Высшего и среднего образования РФ, 1995 г.

Профессор К.Г. Шульмейстер оставил достойное и солидное научное наследие. Им опубликовано около 200 печатных работ, в т. ч. 7 книг и 8 брошюр. Константин Георгиевич подготовил более 30 кандидатов наук, он был консультантам по трем докторским диссертациям. В память о К.Г. Шульмейстере в г Волгограде установлена мемориальная доска на доме, в

котором в последние годы проживал ученый, в его честь оборудована и функционирует учебная аудитория на кафедре земледелия и агрохимии.

Автор данной статьи, один из его многочисленных учеников, по признанию самого Константина Георгиевича, «…из числа самых способных и трудолюбивых». Это всегда воспринималось как самая высшая оценка и награда. Достичь уровня Учителя в науке и жизни, конечно, не представляется возможным, но продолжать и развивать его идеи весьма необходимо. Часто вспоминаем большого ученого, мысленно обращаемся к нему, ощущаем незримую поддержку доброго, мудрого, великодушного наставника и советчика, более ста лет жизни, посвятившего служению своему народу [6].

Список литературы

1. Беленков А.И., Зеленев А.В., Мазиров М.А. История агрономии (земледелия): учебник. М., 2017. 238 с.

2. Беленков А.И., Зеленев А.В., Мазиров М.А. История агрономической науки: учебник. М.: КНОРУС, 2022. 278 с.

3. Афанасьев П.Я. Здесь начинается Россия: записки секретаря обкома. М.: Политиздат, 1967. 159 с.

4. Булюлина Е.В., Филин В.И. Жизненный путь профессора К.Г. Шульмейстера: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 120-летию со дня рождения К.Г. Шульмейстера (15 мая 2015 г.). Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2015. С. 4-18.

5. Шульмейстер К.Г. Избр. тр. Волгоград: Комитет по печати, 1995. В 2-х т.: Т. 1. 456 с.; Т. 2. 480 с.

6. Беленков А.И. Верный сын российской агрономической науки // Нивы России. 2015. № 10 (132). С. 60-65.

УДК 599.322.2
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-159-163

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ СПЯЧКИ СТЕПНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ КАК ЛИМИТИРУЮЩИЙ ФАКТОР

TEMPERATURE REGIME OF HIBERNATION OF STEPPE MAMMALS AS A LIMITING FACTOR

Беловежец К.И.
Belovezhets K.I.

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), Москва, Россия
Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

E-mail: belovezhets@gmail.com

Аннотация. В статье дается краткое описание специфики температурного режима грунта как среды обитания степных животных, проводящих неблагоприятные периоды года в спячке. Анализируется влияние на условия спячки таких факторов как глубина расположения норы, наличие и продолжительность периода отрицательной температуры. На примере двух групп наземных беличьих – сурков (*Marmota)* и сусликов (*Spermophilus, Urocitellus*) обсуждается возможное разнообразие температурных ниш зимоспящих млекопитающих. Предложена гипотеза об адаптации к спячке при отрицательной температуре для сурков, проникших из Северной Америки в Евразию через Берингию. Полученные результаты позволяют предположить, что относительно высокая температура грунта в период спячки ограничивает распространение сурков.

Ключевые слова: спячка, наземные беличьи, температурные ниши, сурки, суслики.

Abstract. The article provides a brief description of the specifics of the temperature regime ofsoil the environment of steppe animals that spend unfavorable periods of year in hibernation. The influence of factors such as the depth of the burrow location, the presence and duration of the period of negative temperature on hibernation conditions is analyzed. Using the example of two groups of ground squirrels – marmots (*Marmota*) and ground squirrels (*Spermophilus*, *Urocitellus*), the possible diversity of temperature niches of winter-sleeping mammals is discussed. A hypothesis of adaptation to hibernation at negative temperatures for marmots that migrated from North America to Eurasia through Beringia has been proposed. The results suggest that the relatively high ground temperature during hibernation limits the spread of marmots.

Key words: hibernation, temperature niches, marmots, ground squirrels.

Переживание неблагоприятных условий в состоянии спячки – широко распространенноеявлениесреди млекопитающих, населяющих открытые ландшафты Евразии и Северной Америки. Животные сооружают разного рода убежища и, используя заранее накопленные жировые запасы, проводят в состоянии оцепенения продолжительное время, до нескольких месяцев. Млекопитающие используют спячку, как для пережидания холодного времени года, так и летом, когда растительные корма становятся недоступными из-за высокой температуры и низкой влажности воздуха.

Такая стратегия выживания степных млекопитающих влечет за собой комплекс морфофизиологических и поведенческих адаптаций, формирующих специфическую жизненную форму. В частности, необходимость сооружения убежищ, прежде всего, нор в твердом грунтетребует соответствующихадаптаций. Кроме того, закономерна специализация в питании высокоэнергетическими кормами, позволяющими быстро накапливать необходимые для спячки запасы жира. Необходимость селиться колониями, создавая относительно плотные поселения в местах, благоприятных для спячки и обладающих достаточным обилием необходимых кормов, ведет к развитию соответствующих систем внутривидовых отношений и коммуникации. Переход к норному образу жизни и спячке является ключевым фактором, запустившим каскад эволюционных изменений у ряда групп млекопитающих, освоивших степные местообитания [1].

Одним из важнейших факторов, оказывающих влияние на протекание спячки, является температура окружающей среды, то есть, температура вмещающего нору грунта [2]. Адаптация к специфическому температурному режиму грунтов необходимадля реализации стратегии пережидания неблагоприятных условий в норах в состоянии сниженного метаболизма. Исследования спячки млекопитающих показывают, что оптимальной является низкая положительная температура, в диапазоне +2...+8°С [1, 3]. Более низкая температура приводит к

повышению расхода энергии на обогрев тела, чтобы избежать промерзания тканей, а более высокая – не дает снизить уровень метаболизма и, соответственно, расход запасных веществ до минимальных величин. Животные, сооружая норы, решают сложную задачу по поиску оптимального соотношения затрат энергии на выкапывание подземных укрытий и на протекание спячки при оптимальной температуре.

Температурный режим грунтов резко отличается от температурного режима на поверхности, в приземной атмосфере. Ключевых отличий два: во-первых, с глубиной резко падает амплитуда колебаний температуры, а во-вторых, колебания температуры в норе начинают отставать во времени от колебаний температуры на поверхности. Кроме того, проникновение колебаний температуры в толщу грунта зависит от их частоты: суточные изменения температуры заметны до глубины в несколько десятков сантиметров, а годовые – до глубины в несколько метров. В совокупности, эти особенности теплофизических свойств грунта формируют сложную и специфическую картину распределения температуры в грунте в течение года [4]. Одним из методов анализа температурного режима нор является математическое моделирование. Решение уравнения теплопроводности позволяет на основе данных о температуропроводности почвы и динамики температуры на поверхности под естественным покровом рассчитывать температуру на заданной глубине в любой момент времени [5, 6].

Мелкие норы, располагающиеся на глубине первых десятков сантиметров, подвержены суточным изменениям температуры, которые быстро угасают с увеличением глубины норы. Суточные максимумы и минимумы температуры отстают от изменений температуры на поверхности на несколько часов [7]. Зимой на температурный режим этого слоя грунта значительное влияние оказывает снежный покров, дополнительно уменьшая амплитуду суточных колебаний температуры. Зависимость изолирующих свойств снежного покрова от его высоты нелинейна: быстро нарастая с первыми десятками сантиметров, эффективность теплоизоляции достигает максимальных значений при высоте 40-50 см и в дальнейшем уже практически не меняется [8].

Норы глубиной более одного метра находятся в слое грунта, испытывающего только годовые колебания температуры. Суточные изменения здесь незначительны, а амплитуда годовых колебаний закономерно и быстро уменьшается с глубиной. Например, если годовая амплитуда колебаний температуры почвы на глубине 20 см в Оренбурге составляет 27,4°С, то на глубине 1,6 м – 10,7°С, а на глубине 3,2 м – 5,0°С. Фаза колебаний с глубиной запаздывает. Если на поверхности температурный максимум наступает в июле-августе, то на глубине 1,6 м – в сентябре, а на глубине 3,2 м – в октябре-ноябре, то есть, отстает на 4-5 месяцев *(рисунки 1, 2)*.

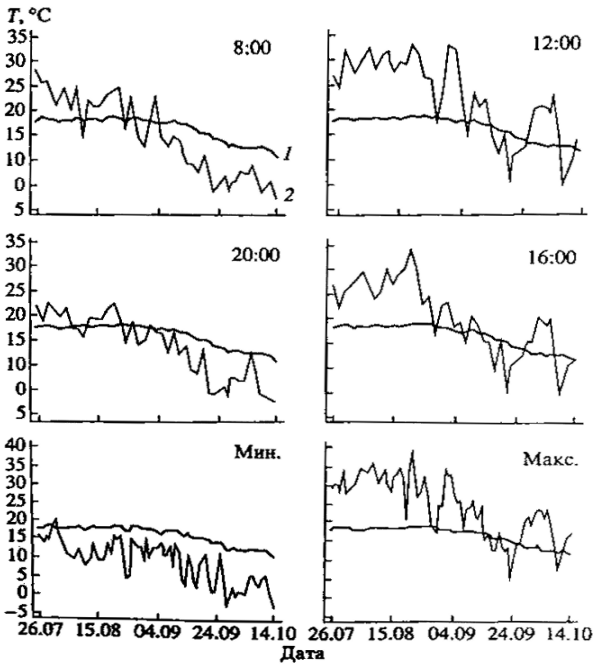


Рисунок 1. Температура в норе степного сурка глубиной 1,2 (1) м и в приземной атмосфере (2) в летне-осенний период (Цит. по: [7]).

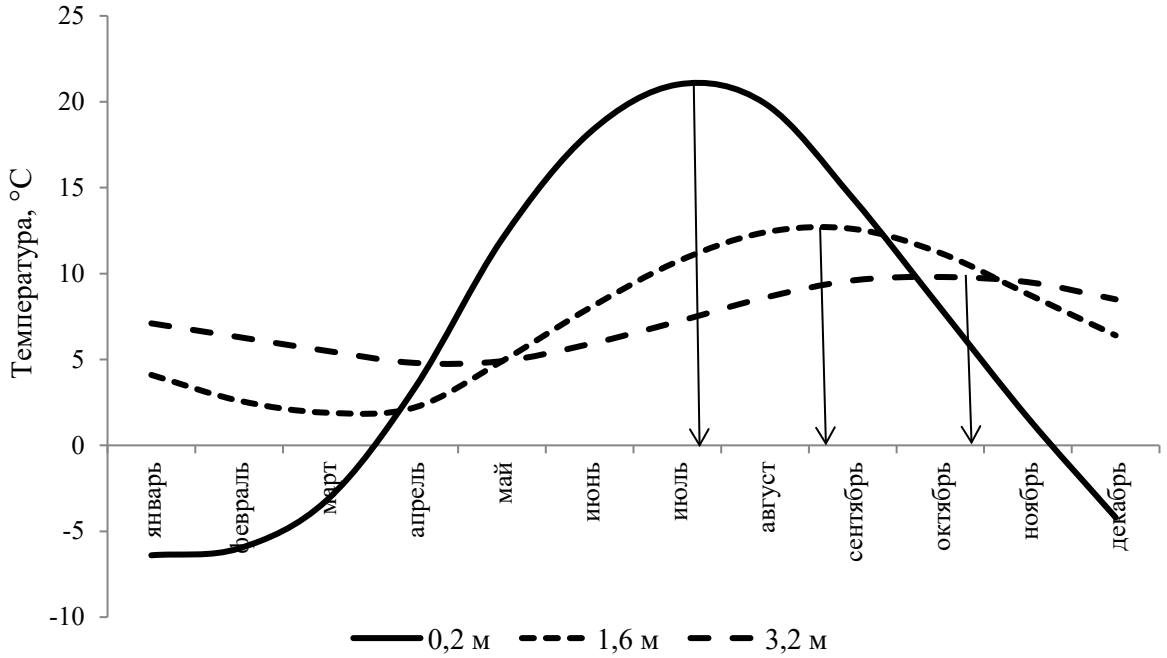


Рисунок 2. Годовая динамика температуры грунта на глубине 0,2, 1,6 и 3,2 м по данным метеостанции Оренбург [9] (вертикальными стрелками отмечены годовые максимумы температуры).

Описанные выше свойства температурного режима грунта формируют облик распределения температуры, сильно отличающийся от распределения температуры на поверхности. Во-первых, толща почвы поделена на два горизонта: приповерхностный, испытывающий суточные колебания температуры, и более глубокий горизонт, на который распространяются только годовые колебания. На динамику температуры верхнего горизонта значительное влияние оказывает высота снежного покрова. Из-за запаздывания температурных колебаний с глубиной в толще грунта чередуются периоды резкого температурного градиента летом и зимой, и относительно равномерного распределения температуры весной и осенью. На глубине нескольких метров годовые максимумы и минимумы наступают позже, чем на поверхности, величина запаздывания может достигать несколько месяцев, а амплитуда годовых колебаний снижается в десятки раз.

Таким образом, животные, сооружающие норы в грунте, оказываются в среде с высоким разнообразием температурных условий, зависимых от глубины норы. Это позволяет говорить о различии температурных ниш зимоспящих млекопитающих, даже населяющих одни и те же местообитание [10].

Удобным модельным объектом для исследования разнообразия температурных ниш являются наземные беличьи *Marmotinae*, представленные в степях Евразии двумя родами сусликов – *Spermophilus* и *Urocitellus*, и сурками *Marmota* [11]. Представители этих двух групп реализуют различные стратегии спячки.

Суслики сооружают относительно неглубокие норы, редко достигающие глубины более 2 м, и спят поодиночке. В процессе спячки они переживают значительную амплитуду температуры окружающей среды, 10°С и более. На температурный режим их нор значительное влияние оказывают такие факторы как высота снежного покрова, экспозиция склона и характер напочвенного покрова в бесснежный период.

Сурки, значительно более крупные животные, сооружают глубокие норы с относительно стабильным температурным режимом. Наиболее глубокие норы сурков могут достигать 4-5 метров. Результаты математического моделирования показывают, что годовая амплитуда температуры на этой глубине не превышает 2°С, а максимумы и минимумы смещены относительно поверхности на 6 месяцев. Кроме того, для сурков характерна групповая спячка, благодаря чему они дополнительно согревают друг друга, а в некоторых случаях утепляют стенки гнездовой камеры остатками растительности. Таким образом, сурки переживают спячку в более стабильных температурных условиях, чем суслики [10].

Значимым параметром температурного режима спячки является наличие и продолжительность периода отрицательной температуры грунта на глубине расположения гнездовой камеры. Физиологически спячка при отрицательной температуре окружающей среды качественно отличается от спячки при положительной температуре из-за необходимости постоянно поддерживать положительную температуру тела и связанного с этим дополнительного расхода энергии. Анализ климатических данных и результаты математического моделирования температурного режима грунта показывают, что отрицательная температура во время спячки характерна в большей или меньшей степени для многих видов наземных беличьих. Если суслики, населяющие южные и западные степи Европейской части России, вероятнее всего, систематически избегают отрицательной температуры, то популяции, населяющие Южный Урал, Северный Казахстан, Южную Сибирь и Монголию, чаще сталкиваются с отрицательной температурой в норе в течение относительно продолжительного периода времени. Различные популяции степного сурка *M. bobak* на его огромном видовом ареале, простирающемся от Восточной Украины до Центрального Казахстана, оказываются в существенно отличающихся климатических условиях. Если на территории Украины, животные, видимо, не сталкиваются с отрицательной температурой, то южноуральские и казахстанские популяции могут испытывать воздействие отрицательной температуры в течение 1-2 месяцев. Монгольский сурок, *M. sibirica*, на северной границе своего ареала в Забайкалье, Тыве и северной Монголии также может испытывать воздействие отрицательных температур в период спячки [10].

Особое место занимают виды, населяющие территории с развитой многолетней мерзлотой. Грунты в этих местообитаниях являются не сезонно-промерзающими, а *сезонно-протаивающими*, то есть, животные, проводящее спячку в норе, неизбежно и закономерно сталкиваются с отрицательной температурой. Из евразийских видов это представители группы длиннохвостых сусликов, арктический *U. Parryii* и длиннохвостый *U. undulatus,* и черношапочный сурок *M. camtschatica* [12]. На Аляске встречается несколько видов сусликов, в частности, тот же арктический суслик, и еще два вида сурков, вероятно, регулярно проводящие спячку при отрицательной температуре. Это аляскинский сурок *M. broweri* и седой сурок *M. caligata* [13]. Эти виды избегают тундр из-за обводненных грунтов, в которых трудно строить зимовочные норы. Они обитают либо в горах, населяя альпийские луга, либо на участках с относительно сухими грунтами и преобладанием лугово-степной растительности, которые можно считать реликтами некогда обширного биома тундростепей.

Спячка при заведомо отрицательной температуре вмещающего нору грунта требует ряда физиологических и поведенческих адаптаций, которые можно рассматривать как приспособление к специфическому температурному режиму грунтов северо-востока Азии и Аляски. Несмотря на то, что на сегодняшний день в этом регионе обитает только небольшая часть видов наземных беличьих, он важен с точки зрения эволюционной истории группы.

По современным представлениям, род сурков возник в Северной Америке в миоцене и ассоциирован с открытыми и мозаичными лесостепными ландшафтами [13, 14]. По мере охлаждения и осушения климата в позднем миоцене и плиоцене, сурки окончательно сформировались как обитатели открытых ландшафтов (за исключением североамериканского лесного сурка *M. monax*) и последовали за расширяющимися биомами степей и тундростепей. Через существовавший в то время сухопутный мост на месте Берингова пролива сурки проникли в северо-восточные регионы Евразии, откуда распространились на юг и запад, пережив период вторичного видообразования на новых территориях. На сегодняшний день, самый западный вид сурков – альпийский сурок *M. marmota*обитает в Европе, а гималайский сурок *M. himalayana* продвинулся дальше на юг, населяя высокогорные плато Тибета и альпийские луга Гималаев [1, 5, 16].

Существенно, что Берингия в период позднего плиоцена и плейстоцена представляла собой территорию, либо покрытую лесом, и, соответственно, непреодолимую для животных открытых ландшафтов, либо тундростепь [17]. Это означает, что для успешной миграции через этот регион сурки должны быть адаптированы к спячке в условиях грунта, промерзающего на всю глубину, доступную для сооружения нор. Таким образом, можно предположить, что все современные палеарктические виды сурков – наследники тундростепных видов, приспособленных к спячке при отрицательной температуре. В этом случае, адаптация к горным и степным местообитаниям у современных видов – вторичное явление, произошедшее после исчезновения биоматундростепей в плейстоцене. Степной сурок, занимающий уникальную в пределах рода экологическую нишу обитателя относительно жарких и сухих степей,

представляет собой результат наиболее глубокой вторичной специализации среди палеарктических видов рода.

Вероятно, этим можно объяснить и ограниченное распространение сурков в типично степных ландшафтах, и их неспособность заселить территории с температурой грунта в период спячки выше 8-10°С. Отдельного исследования заслуживает вопрос изменения пригодности степных местообитаний для сурков при повышении среднегодовой температуры. Этот процесс ведет не только к изменению растительности и соответственно кормовой базы сурков, но и изменяет привычные условия протекания зимней спячки, к которым животные адаптированы.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность и благодарность профессору Никольскому А.А. и Никольскому П.А. за консультации и участие в обсуждении работы.

Список литературы

1. Бибиков Д.И. Сурки. М.: Агропромиздат, 1989. 255 с.

2. Никольский А.А. Влияние грунта и приземной атмосферы на температуру нор млекопитающих (на примере норы степного сурка) // ДАН. 2002. Т. 382. № 2. С. 280-282.

3. Arnold W., Heldmaier G., Ortmann S., Pohl H., Ruf T., Steinlechner S. Ambient temperatures in hibernacula and their energetic consequences for alpine marmots *Marmota marmota* // Journal of Thermal Biology. 1991. Vol. 16. No. 4. P. 223-226.

4. Качинский Н.А. Физика почв. Ч. 1. М.: Высшая школа, 1965. 323 с.

5. Никольский А.А., Хуторской М.Д. Тепловые характеристики нор млекопитающих в летний период (на примере норы степного сурка) // ДАН. 2001. Т. 378. № 1. С. 138-141.

6. Никольский А.А., Беловежец К.И., Хуторской М.Д., Ронкин В.И. Математическая модель температурного режима нор млекопитающих на примере норы степного сурка (Marmota bobak Müll., 1776) // ДАН. 2005. Т. 403. № 5. С. 713-714.

7. Никольский А.А., Савченко Г.А. Изменения температуры воздуха в норе степного сурка в летне-осенний период // Экология. 2002. № 2. С. 120-125.

8. Никольский АА., Рощина Е.Е., Сорока О.В. Снежный покров как фактор зимней экологии мелких млекопитающих степной зоны // ДАН. 2002. Т. 383. № 6. С. 845.

9. Справочник по климату СССР. Вып. 12. Ч. 2. Температура воздуха и почвы // Л.: Гидрометеоиздат, 1965. 344 с.

10. Беловежец К.И., Никольский А.А. Температурный режим в норах наземных беличьих (Marmotinae) в период зимней спячки // Экология. 2012. № 2. С. 1-7.

11. Млекопитающие России: систематико-географический справочник / Под ред. И.Я. Павлинова, А.А. Лисовского. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2012. 604 с.

12. Огнев С.И. Звери СССР и прилежащих стран. Грызуны. Т. 5. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1947. 809 с.

13. Armitage Kenneth B., Marmot biology. Sociality, Individual Fitness and Population Dynamics. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. 407 p.

14. Mills Kendal K., Everson Kathryn M., Hildebrandt Kyndal B.P., Brandler Oleg V., Steppan Scott J., Olson Link E. Ultraconserved elements improve resolution of marmot phylogeny and offer insights into biogeographic history // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2023. Vol. 184. 107785. P. 1-14.

15. Никольский А.А., Улак А. Ключевые факторы экологической ниши гималайского сурка *Marmota himalayana* Hodgson (1841) в Непале // Экология. 2006. № 1. С. 50-56.

16. Никольский А.А., Румянцев В.Ю. Центр видового разнообразия сурков Евразии в области эпиплатформенного орогенеза // ДАН. 2012. Т. 445. № 4. С. 475-478.

17. Sher Andrei V. A Brief Overview of the Late-Cenozoic History of the Western Beringian Lowlands // Terrestrial Paleoenvironmental Studies in Beringia, edited by Mary E. Edwards, Andrei V. Sher and R. Dale Guthrie. Fairbanks, Alaska, USA, The Alaska Quaternary Center University of Alaska Museum University of Alaska Fairbanks. 1997. P. 3-6.

УДК 581.9(470.630)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-164-171

СТЕПНОЙ КОМПЛЕКС СРЕДНЕЙ ЧАСТИ ДОЛИНЫ Р. ЕГОРЛЫК (СТАВРОПОЛЬСКАЯ ВОЗВЫШЕННОСТЬ, ПРЕДКАВКАЗЬЕ). СООБЩЕНИЕ 2

STEPPE COMPLEX OF THE MIDDLE PART OF THE EGORLYK VALLEY (STAVROPOL UPLAND, CISCAUCASIA). MESSAGE 2

Белоус В.Н.
Belous V.N.

Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия
North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

E-mail: viktor_belous@bk.ru

Аннотация. В равнинной области Ставрополья природная растительность, как правило, сохранилась вдоль степных рек. Растительный покров нередко представлен системой участков долинно-склоновых формаций галерейного типа. Ширина его полосы обычно невелика – до одного-двух десятков метров от кромки воды до края обрабатываемых сельскохозяйственных угодий.

Обследованная местность – часть территории восточно-причерноморской степной провинции. Долговременное хозяйственное воздействие и нежелательные сукцессионные процессы, вызванные пастбищной дигрессией, наложили отпечаток на обеднение флористического состава подзональных ценозов. Усугубляется процесс упрощения ценотического сложения травяных сообществ.

В трансформированных сообществах, находящихся в стадии демутации, велика доля интерфузивных (в т.ч. инвазивных, ядовитых, колючих, пасквальных и других часто встречающихся) видов.

По итогам полевого изучения освещены отдельные вопросы – растительный компонент – степного комплекса средней части долины р. Егорлык. Обозначены репрезентативные травяные сообщества: сухостепные, луговидные, хозяйственно используемые. Показаны закономерности распределения фитоценозов в зависимости от ландшафтно-экологических особенностей местности.

Материалы обследования репрезентативных сообществ на примере девяти ключевых участков представлены в характеризующей таблице. Они демонстрируют заметное фито- и ценоразнообразие местной биоты. Первостепенное значение для её сохранения имеет соблюдение оптимального режима использования почвенно-растительного покрова.

Ключевые слова: элементы рельефа, степной ландшафт, ключевые участки, Предкавказье.

Abstract. In the flat region of Stavropol, natural vegetation, as a rule, has been preserved along steppe rivers. The vegetation cover is often represented by a system of sections of valley-slope formations of the gallery type. The width of its strip is usually small – up to one to two tens of meters from the water's edge to the edge of cultivated agricultural land.

The surveyed area is part of the territory of the Eastern Black Sea steppe province. Long-term economic impact and undesirable successional processes caused by pasture digression have left their mark on the depletion of the floristic composition of subzonal cenoses. The process of simplification of the coenotic structure of herbaceous communities is intensifying.

In transformed communities that are in the stage of demutation, there is a high proportion of interfusional (invasive, poisonous, spiny, libidinous and other frequently occurring) species.

Based on the results of the field study, certain issues are highlighted (plant component) of the valley Middle Yegorlyk's steppe complex. The representative herbaceous communities: dry steppe, meadow, pastureused are indicated. The patterns of distribution of phytocenoses depending on the area's landscape-ecological features are shown.

The materials from the survey of representative communities based on the example of nine key areas are presented in the characterizing table. They demonstrate noticeable phyto- and coenodiversity of the local biota. Of primary importance for its conservation is compliance with the optimal regime for using soil and vegetation cover.

Key words: Relief elements, steppe landscape, key areas, Ciscaucasia.

Состояние изученности вопроса. Значительная часть Предкавказья (Кубано-Приазовская низменность, Ставропольская возвышенность, Южное Приманычье), являющегося зоной земледельческого освоения, принадлежит подзоне южных степей, сообщества которых сохранили естественную природу по степным балкам и ложбинам, речным долинам и каменистым обнажениям, по неудобьям [1, 2].

В равнинной области Ставрополья растительность не утрачена лишь на малой территории [3-16], как правило, вдоль степных рек. В условиях высокой степени распаханности растительный покров нередко представлен системой участков долинно-склоновых формаций галерейного типа. Ширина его полосы обычно невелика – до одного-двух десятков метров от кромки воды до края обрабатываемых сельскохозяйственных угодий.

Так, например, к естественным гетерономным миниэкосистемам Среднего Егорлыка принадлежат фитоценозы прирусловых участков поймы, степных балок, котловин степных озёр. Растительный покров территории представлен подзональными разнотравно-злаковыми коренными или длительно производными степными сообществами и их эдафическими вариантами [17-18].

Обследованная местность – часть территории восточно-причерноморской степной провинции по классификации Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко [19]. Она принадлежит Средне-Егорлыкскому ландшафту, граничащему на западе с Кубано-Приазовской низменностью, и располагается между северо-западными отрогами Ставропольской возвышенности и долиной реки Западный Маныч.

Центральное положение в ландшафтах района занимает увалистая эрозионно-аккумулятивная равнина с балочным и речным расчленением широтного простирания. Водораздельные междолинные равнины сложены среднечетвертичными хвалынскими отложениями и покровными суглинками, вторичные равнины с балочным рельефом – делювиальными лёссовидными суглинками [20].

Долина р. Егорлык и притоков второго порядка с пойменными террасами сложены делювиально-аллювиальными отложениями со злаковой и разнотравно-злаковой растительностью на аллювиальных почвах. Природные экосистемы в регионе сохранились на площади менее 5%. Бóльшая их часть тяготеет к локальным долинно-пойменным структурам. Преобладающий тип почв – чернозёмы южные карбонатные среднемощные малогумусные. Климат континентальный, сухой [20].

Долговременное хозяйственное воздействие и нежелательные сукцессионные процессы, вызванные пастбищной дигрессией, наложили отпечаток на обеднение флористического состава подзональных ценозов.

Цель исследования: выявить состав и структуру, разнообразие и особенности степных сообществ, характер их ландшафтной приуроченности. Результаты исследования позволят оценить реальное фитоценотическое разнообразие степного комплекса Среднего Егорлыка, а также актуализировать дальнейшую работу по инвентаризации и монографическому обобщению материалов по растительности степного Предкавказья.

Материал, методы исследования. Основным фактическим материалом послужили данные полевых рекогносцировочных исследований 2019-2023 гг. на территории Ставропольского края (Красногвардейский район, окр. с. Привольное и х. Богомолов) и Ростовской области (Песчанокопский район, окр. с. Летник). Маршрутными изысканиями были охвачены различные элементы рельефа с выделением типичных природно-ландшафтных (ключевых) участков, сопряжённых с характером почвенно-растительного покрова приегорлыкской степи с учётом экологических особенностей местности.

Материалы обследования репрезентативных сообществ на примере девяти ключевых участков представлены в *таблице 1*. Фиторазнообразие на ключевых участках коррелирует в первую очередь с особенностями элементов ландшафта и режимом использования травостоя.

Участие вида в сложении фитоценоза на аровых квадратных площадках со стороной 10 м оценивали по его покрытию: r – вид на площадке встречен с незначительным покрытием; + – особи вида покрывают менее 1% площадки; 1 – особи покрывают 1-5%; 2 – 5-25%; 3 – 25-50% учётной площадки.

Ценотические изыскания на ключевых участках, сбор и обработка полевых материалов вели с использованием общепринятых геоботанических методов [21]. Видовые названия растений в нашей работе приведены в соответствии со сводкой «Конспект флоры Кавказа» [22-25]. В ряде случаев автор придерживался собственной таксономической позиции.

Результаты исследования и их обсуждение. В целом, растительный покров исследуемой территории представлен подзональными (широтными) сухими разнотравно-дерновиннозлаковыми сообществами на чернозёмных почвах.

Разной площади участки и фрагменты травяной природной растительности среднеегорлыкских ландшафтов встречаются в виде средне- и мелкоконтурных фациальных

сообществ различного флористического состава, структуры и физиономии. Их локализация и парцеллярная структура отражает экологические условия местопроизрастания (микрорельеф, экспозицию склона, химический и механический состав грунтов).

Номера и локализация ключевых участков по элементам рельефа:

● № 1. Левобережье р. Егорлык, юго-восточная окраина с. Привольное (N 45.904782, E 41.313452, 53 м над ур. м.), плакорный ландшафт, присельский выгон. Разнотравно-злаковое (*Elytrigia pseudocaesia* (Pacz.) Prokudin + *Poa angustifolia* L. + *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr. – *Festuca valesiaca* Gaudin – Herbae stepposae) сообщество с заметной долей сорно-пасквальных видов в состоянии пастбищной сукцессии. Моховый покров выражен (ОПП 5-7%). Выпас нерегулируемый.

● № 2. Левобережье р. Егорлык, юго-восточная окраина с. Привольное (N 45.904990, E 41.316662, 46 м над ур. м.). Прибрежное низинное понижение с переменным увлажнением (влияние натечных вод), занятое остепнённым луговидным сообществом. Трофность экотопа достаточно высокая.

Растительность представлена пырейно-мятликовой (*Poa angustifolia – Elytrigia repens* (L.) Nevski) ассоциацией с участием группы разнотравья, в которой луговые виды сочетаются с единичными степными формами. Флористическое ядро составляют преимущественно луговостепные травы ксеромезофитной природы, а также корневищные (*Elytrigia repens*, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Poa angustifolia*), реже – рыхлодерновинные (*Festuca regeliana* Pavlov) мезоксерофитные злаки.

Внутриценозные группировки *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., как ценоэлементы сообщества, занимают на участке мелкие, разные по контуру депрессии рельефа. Распространение данного вида фации в районе – локальное.

Периодически осуществляется сенокошение.

● № 3. Правобережье Егорлыка, ~ 2 км к северу от х. Богомолов (N 45.893826, E 41.366074, 55 м над ур. м.), коренной берег. Разнотравно-типчаковое сообщество (*Festuca valesiaca* Gaudin – Herbae stepposae) в верхней трети склона. Сообщество невысокого флористического богатства. Травостой его отличается относительной бедностью видового состава и агрегированным распределением *Tanacetum achilleifolium* (M. Bieb.) Sch. Bip. по площади участка.

Степное эуксерофитное разнотравье представлено преимущественно каудексовыми травами (*Astragalus austriacus* Jacq., *A. onobrychis* L., *Cynoglossum officinale* L., *Eryngium campestre* L., *Medicago romanica* Prodan, *Coronilla varia* L., *Salvia tesquicola* Klokov & Pobed., *Marrubium praecox* Janka, *Linum austriacum* L. и др.). Обилие мелкодерновинных злаков (*Festuca valesiaca*, *F. rupicola* Heuff., *Koeleria cristata* (L.) Pers.) достаточно высокое. Выпас (крупный рогатый скот) умеренный.

● № 4. Ландшафт тот же. Средняя часть относительно выположенного сухого склона (N 45.893541, E 41.366110, 52 м над ур. м.); дерновый покров разорван. Бедноразнотравно-бородачёвое (*Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng – Herbae stepposae) сообщество на глинистых обнажениях.

Характер растительности – пятнистый. Междерновинные пространства между особями *Bothriochloa ischaemum* заняты синузией эфемеров (*Holosteum umbellatum* L., *Alyssum desertorum* Stapf, *Ajuga chia* Schreb., *Veronica verna* L., *Arenaria serpyllifolia* L., *Medicago meyeri* Gruner и др.). Выпас умеренный.

● № 5. Правобережье Егорлыка, в 1 км к востоку от с. Привольное. Балочная многовершинная безводная долина западного простирания с небольшой глубиной эрозионного вреза (N 45.917628, E 41.335209), днище слабовогнутое, перепад высот около 22 м. Балочные формы мезорельефа достаточно развиты. Коренные и длительно производные растительные сообщества зонального типа достаточно представлены в пределах склоновых ландшафтов. Древесно-кустарниковые формы отмечены единично.

Экологический режим и почвенно-растительный покров балочного комплекса (БК) – неоднородный, усложнённый различиями в экспозиции и крутизне склонов, их влаго- и теплообеспеченности.

Пырейный (*Elytrigia obtusiflora* (DC.) Tzvelev) мелкоконтурный фитоценоз на чернозёме в привершинной части балки близ водораздельного пространства (60 м над ур. м.).

● № 6. БК тот же, бровка склона (58 м над ур. м.). Чино-люцерновое (*Medicago romanica* + *Lathyrus tuberosus* L. – Herbae stepposae) мелкоконтурное сообщество на чернозёмной почве. Распространение данного фациального сообщества – локальное.

● № 7. БК тот же. Пологосклоновая ложбина, инсолированный борт близ днища (53 м над ур. м.). Перловниково-шалфейное (*Salvia tesquicola* + *Melica transsilvanica* Schur – *Herbae stepposae*) сообщество на денудационном склоне. Травостой слабо дифференцирован на ярусы.

● № 8. БК тот же. Покатый сухой, слегка щебнистый склон балки (56 м над ур. м.). Бедноразнотравно-бородачёвое (*Bothriochloa ischaemum* – Herbae stepposae) сообщество на суглинистых слабо солонцеватых обнажениях. Растительный покров разрежен.

● № 9. Окр. с. Летник. Правый коренной берег р. Бол. Гок близ места впадения в Егорлык. Средняя часть склона, хорошо прогреваемый дренированный участок (N 46.029140, E 41.294445, 42 м над ур. м.). Бородачёвая (*Bothriochloa ischaemum* – Herbae stepposae) степь в стадии восстановительной сукцессии на обыкновенном малогумусном чернозёме.

Травостой дифференцирован на три яруса: 1-й (60-70 см), 2-й (40-50 см), 3-й (10-15 см). Синузию эфемероидов представляют значимый здесь злак *Poa bulbosa* L., луковичные геофиты *Ornithogalum kochii* Parl., виды *Tulipa*, а также *Ranunculus illyricus* L. (гемиэфемероидный тип развития).

Режим использования травостоя связан со случайным заходом на участок крупного рогатого скота.

Таблица 1

Характеризующие материалы и виды растений, встреченные на ключевых участках

ОПП травяного покрова, %	70-80	95	80	70	95	95	75-80	60-70	60-70
Средняя высота травостоя, см	40	60	40	45	90	80	60-70	45	50
Экспозиция склона	0	0	S	S	S	N	S	N	S
Крутизна склона, градусы	0	0	10	15	5	10	20	15	10
Каменистость поверхности, %	0	0	0	0	0	0	0	5	0
Количество видов	48	49	43	45	30	38	18	30	52
Номер участка	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Древесные формы									
Elaeagnus angustifolia L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Ulmus minor Mill.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Злаки, осоки, ситники									
Aegilops cylindrica Host	+	+	.	+	.	+	.	.	+
Agropyron pectinatum (M. Bieb.) P. Beauv.	.	.	+	.	.	.	.	.	1
Anisantha tectorum (L.) Nevski	+	.	.	.	.	.	.	.	+
Bothriochloa ischaemum	1	.	1	3	1	.	.	2	3
Bromopsis riparia (Rehm.) Holub	.	.	r	+	.	+	+	+	.
Bromus squarrosus L.	+	+	+	.	+	1	.	+	1
Calamagrostis epigeios	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Cleistogenes bulgarica (Bornm.) Keng	.	.	+	.	.	.	.	.	+
Elytrigia obtusiflora	.	.	.	.	3	.	.	r	.
E. pseudocaesia	1	.	.	.	.	.	.	.	+
E. repens	.	2	1	+	.	+	+	.	.
Festuca valesiaca	1	.	3	2	+	1	1	+	.
F. rupicola	.	.	+	.	.	.	.	r	.
F. regeliana	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Juncus bufonius L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Koeleria cristata	.	.	+	r	.	.	.	r	+
Melica transsilvanica	.	.	.	.	.	.	2	.	.
Phragmites australis	.	2	.	.	.	.	.	.	.
Poa angustifolia	1	3	.	.	+	1	.	r	.
P. bulbosa	r	.	.	+	.	.	.	.	2
P. compressa L.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Stipa capillata L.	.	.	+	1	.	.	.	1	1
S. lessingiana	1	.	.	.	.	.	.	.	.

Бобовые									
Astragalus austriacus	.	.	1	1	1	+	.	.	+
A. calycinus M. Bieb.	.	.	.	1	.	.	.	.	1
A. onobrychis	+	.	+	1	+	1	1	+	1
A. pseudotataricus Boriss.	.	.	1	.	.	.	.	1	.
Coronilla varia	+	.	r	.	.	+	.	.	+
Glycyrrhiza glabra L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Lathyrus hirsutus L.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
L. tuberosus	+	.	.	.	1	2	.	+	+
Medicago lupulina L.	1	+	.	.	.	.	.	.	.
M. meyeri	2	r	+	r	.	.	.	.	.
M. romanica	+	.	1	1	+	2	1	2	2
Melilotus officinalis (L.) Lam.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
Ononis arvensis L.	.	.	r	.	.	.	.	.	.
Trifolium ambiguum M. Bieb.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Trigonella procumbens (Besser) Rchb.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Vicia sativa L.	1	+	+	+	+	+	.	.	.
V. tenuifolia Roth	+	.	.	.	.	.	.	.	.
V. tetrasperma (L.) Schreb.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
V. hirsuta (L.) Gray	+	r	+	r	.	.	.	.	.
Разнотравье									
Abutilon theophrasti Medik.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Achillea millefolium (Scheele) Hayek	1	1	.	.	.	.	.	.	1
A. nobilis L.	1	.	+	r	+	.	.	.	1
Agrimonia eupatoria L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Ajuga chia Schreb.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Alcea rugosa Alef.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
Allium rotundum L.	.	.	.	.	.	r	r	r	+
A. paczoskianum Tuzs.	.	.	.	.	+	.	.	r	r
Alyssum calycinum L.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
A. desertorum	.	.	.	r	+	r	.	.	+
Amaranthus retroflexus L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Ambrosia artemisiifolia L.	1	r	.	.	r	r	.	.	.
Arenaria serpyllifolia	1	1	1	1	.	+	r	+	+
Artemisia austriaca Jacq.	2	.	1	r	.	.	+	.	+
Atriplex sagittata Borkh.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Camelina sylvestris Wallr.	.	.	.	.	r	+	.	.	.
Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Carduus acanthoides L.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
C. nutans L.	.	r	r	.	.	.	.	.	.
Centaurea diffusa Lam.	1	r	+	1	r	.	.	.	.
Chenopodium album L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Chondrilla juncea L.	+	.	r	r	.	.	.	.	.
Cichorium intybus L.	+	r	+	.	.	r	.	+	.
Cirsium incanum (S.G. Gmel.) Fisch.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Consolida paniculata (Host) Schur	+	+	+	+	.	.	.	.	.
Convolvulus arvensis L.	+	r	+	.	.	+	.	+	.
C. lineatus L.	.	.	.	.	+	+	.	.	+
Cynanchum acutum L.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
Cynoglossum officinale L.	+	+	r	.	r	.	.	.	.
Daucus carota L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Echium italicum L.	r	.	.	r	.	.	.	.	.
E. vulgare L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Eryngium campestre L.	1	.	1	1	+	1	1	2	1
Euphorbia falcata L.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
E. iberica Boiss.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
E. seguieriana Neck.	.	.	+	1	+	1	1	1	1
Falcaria vulgaris Bernh.	+	+	.	1	+	r	.	+	+
Fallopia convolvulus (L.) Á. Löve	.	+	r	.	.	.	.	.	.
Galium humifusum M. Bieb.	+	1	1	+	+	1	.	+	+

Geranium pusillum L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Herniaria incana Lam.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Holosteum umbellatum	.	.	.	+	.	r	r	.	+
Hypericum elegans Steph. ex Willd.	.	.	.	.	.	.	r	+	r
Inula britannica L.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
Kochia prostrata (L.) Schrad.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Lactuca serriola L.	.	+	.	.	r	r	.	.	.
Lagoseris sancta (L.) K. Maly	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Lappula squarrosa (Retz.) Dumort.	.	.	r	.	.	.	.	.	.
Lepidium perfoliatum L.	.	.	.	.	.	.	r	.	.
Linum austriacum	.	.	+	+	r	.	.	+	+
Marrubium praecox	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Nepeta ucranica L.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Nigella arvensis L.	.	.	+	.	.	.	.	.	r
Nonea lutea (Desr.) DC.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
Orchis tridentata Scop.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
Ornithogalum kochii	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Plantago lanceolata L.	2	+	.	r	.	+	.	+	+
Potentilla argentea L.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
P. astracanica Jacq.	.	.	.	+	.	1	.	1	.
P. recta L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Poterium polygamum Waldst. & Kit.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Ranuncus illyricus	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Reseda lutea L.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
Rumex confertus Willd.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
Salvia aethiopis L.	+	.	1	1	.	1	2	1	.
S. tesquicola	+	.	2	1	.	1	2	1	1
Senecio vernalis Waldst. & Kit.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Sisymbrium loeselii L.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
Stellaria media (L.) Vill.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Tanacetum achilleifolium	.	.	2	1	.	.	.	.	1
Taraxacum officinale F. H. Wigg.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Teucrium polium L.		.	.	+	+	1	1	1	.
Thalictrum minus L.	.	.	+	.	.	.	.	.	+
Thesium ramosum Hayne	r	.	.	r	.	.	.	+	r
Thymelaea passerina (L.) Coss. & Germ.	.	.	.	.	r	+	.	.	r
Tragopogon dasyrhynchus Artemczuk	.	.	.	.	.	.	.	.	+
T. dubius Scop.	+	r	.	.	.	.	.	.	.
Tripleurospermum inodorum (L.) Sch. Bip.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Tulipa biebersteiniana Schult. & Schult. f.	.	.	.	.	.	r	.	.	r
T. gesneriana L.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
Verbascum lychnitis L.	.	.	.	.	.	.	r	.	r
Veronica polita Fr.	r	r	.	.	.	.	.	.	
V. verna L.	+	+	r	+	+	.	.	.	+
Viola ambigua Waldst. & Kit.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
V. arvensis Murray	.	.	.	.	r	.	.	.	.

Примечание. ОПП – общее проективное покрытие травяного покрова; N, S – указания на экспозицию склона (склоны северного и южного румбов соответственно); 0 – нет уклона; r – вид на площадке встречен с незначительным покрытием; + – особи вида покрывают менее 1% площадки; 1 – особи покрывают 1-5%; 2 – 5-25%; 3 – 25-50% учётной площадки; . – вид отсутствовал на геоботанической площадке.

Заключение. Приегорлыкские степные фитоценозы, как подзональное образование, сохранились лишь на небольших по площади участках, которые либо удалены от населённых пунктов, либо подлежат охране (например, в заказнике «Красногвардейский»). Они характеризуются заметным фито- и ценоразнообразием. Первостепенное значение для их

сохранения имеет соблюдение оптимального режима использования почвенно-растительного покрова.

Исходные флористические и фитоценотические данные по степным типам ландшафтов, а также их самым различным урочищам и фациям полно характеризуют особенности физико-географических явлений на территории Среднего Егорлыка, дают представление об экологических связях косных элементов среды. Почти на всех изученных участках пояс растительности представлен аридным типом.

Анализируемые по составу, богатству и ценотическому сложению подзональные сообщества закономерно изменяются по профилю. Прежде всего выделяются бородачёвники с участием ковыля и (бедно-) разнотравно-типчаковые с согосподством плотнодерновинных злаков (*Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata*). Все они в полной мере отражают региональные особенности растительного покрова восточно-причерноморских (приазовских) степей.

Бородачёвые степи, которые представлены здесь более широко, в своём составе могут насчитывать от 30 (участок 8) до 45-52 (участки 4, 9) видов. Типчаковые сообщества характеризуются усреднёнными показателями видового богатства (43 вида, участок 3). Для них свойственен обеднённый комплекс степного разнотравья.

В результате антропогенных смен некоторые сообщества обогащены/ засорены интерфузивными, в т.ч. не поедаемыми (ядовитыми, колючими, сильно пахнущими) и другими пасквальными видами (*Ambrosia artemisiifolia*, *Artemisia austriaca*, *Eryngium campestre*, *Centaurea diffusa*, *Cynanchum acutum*, *Lappula squarrosa*, *Marrubium praecox*, *Salvia aethiopis*, *S. tesquicola*, виды родов *Achillea*, *Carduus*, *Euphorbia*). В результате этого общее количество таксонов в подобных фитоценозах может значительно увеличиваться (например, участок 1, 48 видов).

В трансформированных сообществах, находящихся в стадии демутации, нежелательные сукцессионные процессы ведут к упрощению ценотического сложения, обеднению целинными видами флористического состава травостоя, в итоге – к дигрессии степной экосистемы. Эти сообщества оригинальностью не отличаются, зональные особенности не отражают.

Засолённые местообитания здесь маркируют *Artemisia austriaca*, *Elytrigia obtusiflora*, *Tanacetum achilleifolium*, виды рода *Festuca*.

Формации низинных понижений с переменным увлажнением, наиболее богатые видами из группы луговостепного разнотравья мезофитной природы (49 таксонов, участок 2), скорее исключение для данной местности. Подобные сообщества больше свойственны прибрежно-пойменным ландшафтам Среднего Егорлыка.

Список литературы

1. Дёмина О.Н. Классификация растительности степей бассейна Дона: Монография. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2015. 212 с.

2. Танфильев В.Г. Карта-схема растительности Ставропольского края // Геоботаническое картографирование. 1983. Л.: Наука, 1983. С. 60-63.

3. Белоус В.Н. К вопросу о флоре и растительности степных экосистем Приманычья (Кумо-Манычская низменность) // Флорологія та фітосозологія: Сбірнік праць наукової конф. (23-24 ноября 2011г., Київ). Київ: Фітон, 2011. Т. 2. С. 116-122.

4. Белоус В.Н. Фито- и ценоразнообразие травяных ценозов Центрального Предкавказья (на примере степных экосистем северо-восточных отрогов Ставропольской возвышенности) // Степи Северной Евразии: Материалы VI междунар. симпоз. Оренбург: Газпромпечать, 2012. С. 114-117.

5. Белоус В.Н. Природное фиторазнообразие Приманычья и его охрана // История населения и природы окрестностей озера Маныч-Гудило: Материалы регион. науч.-краев. конф. (18-19 октября 2013 г., Дивное). Дивное, 2013. С. 31-49.

6. Белоус В.Н. Эколого-ценотические особенности степных сообществ долины реки Горькая Балка (Ставропольский край) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Сборник науч. ст. по материалам XIII междунар. науч.-практ. конф. (20-23 октября 2014 г., Барнаул). Барнаул: Концепт, 2014. С. 31-36.

7. Белоус В.Н. Закумская степь (Ставропольский край) // Степи Северной Евразии: Материалы VII междунар. симпозиума (27-31 мая 2015 г., Оренбург). Оренбург: ИС УрО РАН, Димур, 2015. С. 163-166.

8. Белоус В.Н. Опустыненные степи Западного Прикаспия (Восточное Предкавказье) // Биологическое разнообразие азиатских степей: Материалы III междунар. науч. конф. (24-27 апреля 2017 г., Костанай). Костанай: КГПИ, 2017. С. 61-65.

9. Белоус В.Н. Ботанические особенности ландшафтно-экологических систем степного Приманычья // Актуальные вопросы биогеографии: Материалы междунар. конф. (9-12 октября 2018 г., Санкт-Петербург). СПб.: СПбГУ, 2018. С. 48-50.

10. Белоус В.Н. Особенности растительного покрова озёрной котловины Сенгилея на примере буферной зоны (Ставропольская возвышенность) // Трёшниковские чтения – 2019. Современная географическая картина мира и технологии географического образования: Материалы всерос. науч.-практ. конф. (28-29 марта 2019 г., Ульяновск). Ульяновск: УлГПУ, 2019. С. 125-127.

11. Белоус В.Н. К вопросу о флоре и растительности Нижнекумской низменной равнины (Северо-Западный Прикаспий) // Известия Воронежского отделения Русского ботанического общества: Материалы всерос. науч. конф., посвящ. 100-летию Воронежского отделения Русского ботанического общества (1921-2021). Воронеж, 2021. С. 22-28.

12. Белоус В.Н. Травяные сообщества балки Арзгирской (Предкавказье, Юго-Восточное Приманычье) // Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии: Материалы IV Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. году науки и технологий в Российской Федерации и 40-летию Института общей и экспериментальной биологии СО РАН. Улан-Удэ, 2021. С. 72-75.

13. Белоус В.Н., Лыхварь А.В. Растительные сообщества степного комплекса Среднего Калауса (Ставропольская возвышенность) // Систематические и флористические исследования Северной Евразии: Материалы II междунар. конф.: к 90-летию со дня рождения профессора А.Г. Еленевского. 2018. С. 79-82.

14. Белоус В.Н., Переверзева Е.Г. Фито- и ценоразнообразие сухостепных долинных ландшафтов Куры (на примере урочища «Глубокое», Терско-Кумская низменность) // Экосистемы Центральной Азии: исследование, сохранение, рациональное использование: Материалы XV Убсунурского междунар. симпоз. Красноярск, 2020. С. 237-246.

15. Белоус В.Н., Федосов В.Н. Очерк природы Приманычья // Экология. Культура. Образование. 2003. № 10-11. С. 77-78. № 12. С. 41-44.

16. Дзыбов Д.С., Лапенко Н.Г. Зональные и вторичные бородачёвые степи Ставрополья. Ставрополь: Краевая типография, 2003. 224 с.

17. Белоус В.Н. Степной комплекс средней части долины р. Егорлык (Ставропольская возвышенность) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2020. Т. 19. № 2. С. 264-268.

18. Белоус В.Н. Флора заказника «Красногвардейский» (Ставропольский край) // Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий: Сборник ст. VIII Всерос. (национ.) науч.-практ. конф. Сочи, 2021. С. 71-82.

19. Исаченко Т.И., Лавренко Е.М. Ботанико-географическое районирование. Степи // Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. С. 10-20; 203-272.

20. Шальнев В.А. Ландшафты Ставропольского края. Ставрополь: СГПУ, 1995. С. 27-28.

21. Корчагин А.А., Понятовская В.М., Юнатов А.А. // Полевая геоботаника. Т. 3. М.; Л.: Наука, 1964. С. 9-36, 39-58, 209-299.

22. Конспект флоры Кавказа. В 3 т. Т. 1. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2003. 204 с.

23. Конспект флоры Кавказа. В 3 т. Т. 2. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2006. 467 с.

24. Конспект флоры Кавказа. В 3 т. Т. 3, ч. 1. СПб.; М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2008. 469 с.

25. Конспект флоры Кавказа. В 3 т. Т. 3, ч. 2. СПб.; М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2012. 623 с.

УДК 504.123
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-172-177

СОВРЕМЕННОЕ ОПУСТЫНИВАНИЕ – ЭКОСИСТЕМНАЯ ПРОБЛЕМА

MODERN DESERTIFICATION IS – ECOSYSTEM PROBLEM

Беляев Д.Ю., Бармин А.Н., Валов М.В.
Belyaev D.Yu., Barmin A.N., Valov M.V.

Астраханский государственный университет им В.Н. Татищева, Астрахань, Россия
Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev, Astrakhan, Russia

E-mail: abarmin60@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема опустынивания и способы мониторинга этого явления. Проблема опустынивания возникла в основном вследствие нерационального использования и освоения природных ресурсов аридных и засушливых земель. Во многих регионах земного шара чрезмерный выпас, обезлесение, чрезмерная обработка и неудовлетворительное орошение земель ведут к их разрушению и потере биологической продуктивности. В Астраханской области выявлены ряд причин процессов опустынивания почв, к которым относятся деградация пастбищ, движение песков в некоторых районах, ветровая эрозия, засоленность почв и т.д. Масштабы опустынивания для Астраханской области, особенно для пастбищных экосистем, достигли критического уровня. Интенсификация процессов опустынивания и увеличение площадей, занятых песками, подчеркивает актуальность и важность изучения этих явлений. Контроль за использованием земель, восстановление земель, бережное использование водных ресурсов и использование современных экологических технологий – это основные способы борьбы с опустыниванием земель и улучшения экологических показателей регионов. Борьба с опустыниванием включает в себя деятельность, которая является частью комплексного развития земельных ресурсов в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в интересах устойчивого развития и направлена на предотвращение и/или сокращение масштабов деградации земель, восстановление частично деградировавших земель, восстановление пострадавших от опустынивания земель.

Ключевые слова: опустынивание, мониторинг, деградация почв, Астраханская область, экосистемы, ветровая эрозия, экологическая обстановка.

Abstract. The article discusses the problem of desertification and ways to monitor this phenomenon. The problem of desertification arose mainly due to the irrational use and development of natural resources of arid and arid lands. In many regions of the globe, overgrazing, deforestation, over-cultivation and poor irrigation of land lead to their destruction and loss of biological productivity. In the Astrakhan region, a number of causes of soil desertification processes have been identified, which include pasture degradation, sand movement in some areas, wind erosion, soil salinity, etc. The scale of desertification in the Astrakhan region, especially for pasture ecosystems, has reached a critical level. The intensification of desertification processes and the increase in the areas occupied by sands emphasize the relevance and importance of studying these phenomena. Land use control, land restoration, careful use of water resources and the use of modern environmental technologies are the main ways to combat land desertification and improve the environmental performance of regions. Combating desertification includes activities that are part of the integrated development of land resources in arid, semi-arid and dry subhumid areas for sustainable development and are aimed at preventing and/or reducing land degradation, restoring partially degraded lands, and restoring lands affected by desertification.

Key words: desertification, monitoring, soil degradation, Astrakhan region, ecosystems, wind erosion, ecological situation.

Введение. Деградация почв и земель – острейшая проблема сельского хозяйства во всем мире. Одним из наиболее деструктивных процессов деградации почвенного покрова в глобальном масштабе является опустынивание [1].

Опустынивание определяется как устойчивое снижение биологической и экономической продуктивности экосистем засушливых земель [2]. Вместе с ним происходит деградирование качества природной среды по многим показателям, что ухудшает и без того не комфортные условия проживания людей на засушливых землях. Причинами и процессами возникновения опустынивания и его развития являются как природные факторы, главным из которых является аридизация климата, так и целый ряд социальных, экономических и даже политических причин и процессов.

Опустынивание ведет к упадку сельского хозяйства, сокращению урожаев и объемов продовольствия, росту цен на продукцию, голоду и нищете в некоторых странах, вынужденному переселению народов на другие территории. Также истощаются подземные водные ресурсы, снижается биоразнообразие регионов, поскольку истощается кормовая база. Поэтому опустынивание – это серьезная мировая социально-экономическая проблема. Ежегодный ущерб, который опустынивание наносит мировой сельскохозяйственной отрасли, оценивается примерно в 42 млрд $ [3-5].

Деградация земельных ресурсов влияет как на экологическое состояние окружающей среды, так и на экономические показатели. В Российской Федерации на законодательном уровне (Федеральный закон об «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ) предусмотрена обязанность полного возмещения ущерба/вреда, нанесенного окружающей среде. Под экономическим ущербом понимается оценка в денежной форме потери почвенного плодородия, потери урожая (возможных и фактических), загрязнения почв в результате хозяйственной деятельности человека, а также затраты на ликвидацию негативных последствий и стабилизации окружающей среды [3].

Материалы и методы. Важной частью борьбы с опустыниванием и деградацией экосистем является мониторинг, поскольку он позволяет отслеживать динамику и масштабы процесса, а также оценивать эффективность мер по предотвращению и контролю процессов опустынивания [6].

Одним из главных элементов опустынивания является ветровая эрозия. Механизмы влияния ветровой эрозии на почву весьма многообразны. Это и снижение плодородия, и уменьшение площади пашни в результате надвигания песков, и загрязнение почв сельскохозяйственных угодий вредными веществами, в том числе токсичными солями, приносимыми ветром с поверхности солончаков и отвалов горных пород, а также это приводит к снижению фотосинтеза в результате загрязнения листовой поверхности посевов пылью [6, 7]. Кроме того, ветровая эрозия почвы является главной причиной наполнения воздуха пылью, причем масштабы поступления почвенной пыли столь велики, что она начинает влиять на тепловой баланс планеты [8, 7].

В последние десятилетия появились новые технические возможности для исследования ветровой эрозии. Так, при регистрации и отслеживании пыли, поднятой в воздух во время обработки почвы или в результате эрозии, стали применять лидары, солнечные фотометры, счетчики фотонов; при изучении переноса почвы ветром в приземном слое – пьезо- и мембранные датчики с высокой собственной частотой измерения, изокинетические пылеуловители, при физическом моделировании ветровой эрозии – усовершенствованные полевые и лабораторные аэродинамические установки. Одновременно с развитием экспериментальных методов изучения ветровой эрозии совершенствовались системы дистанционного зондирования на основе аэрокосмической съемки, что привело к накоплению огромного экспериментального материала, позволяющего анализировать явление ветровой эрозии почвы во всей его полноте, от стадии выдувания до стадии аккумуляции [9, 10]. Однако о наличии такого рода проектов, посвященных сопряженному исследованию полномасштабного единичного явления ветровой эрозии почвы на микро-, мезо- и макроуровнях, неизвестно. В последние десятилетия одной из проблем городов является постоянное увеличение пыли и частиц различного происхождения в результате процессов эрозии почв и грунтов, разрушения, износа поверхностей строений, конструкций и материалов. В пределах городских территорий рыхлый осадок из пыли и частиц мигрирует и накапливается на различных поверхностях, неровностях микрорельефа, формируя один из типов современных антропогенных отложений – поверхностные грязевые отложения [10].

Для стабилизации экологической обстановки на пастбищных землях необходима разработка и реализация комплексной генеральной программы их использования и восстановления за счет повсеместного развития агролесо- и фитомелиоративных работ, а также ведение мониторинга, который включал бы в себя методы, изображенные на *рисунке 1*.

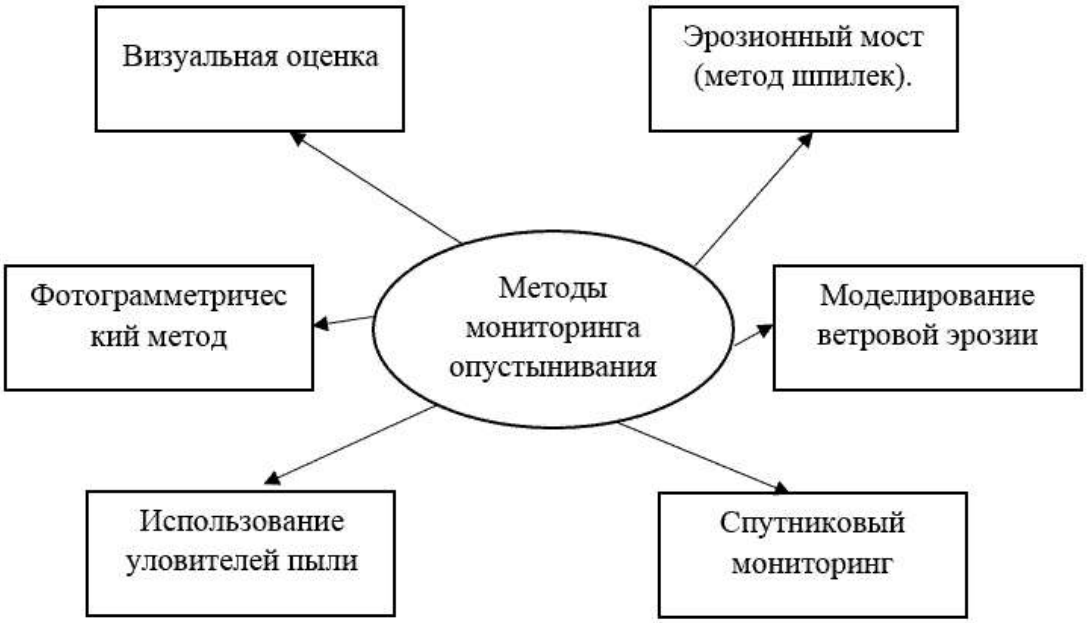


Рисунок 1. Основные современные методы мониторинга опустынивания (по Романовской А.И. 2020 [7]).

Результаты исследований и их обсуждение. Астраханская область, наряду с Республикой Калмыкией, являются одним из регионов России, который наиболее подвержен опустыниванию. Это явление связано с рядом факторов, таких как климатические изменения, неправильная эксплуатация земель и отсутствие эффективных мер по сохранению и восстановлению почв [11, 7].

Все земли Астраханской области можно отнести к опасным и потенциально опасным в отношении опустынивания. На территории Астраханской области более 50% земель подвержено процессам опустынивания. Социально опасной проблемой остается опустынивание земель Харабалинского, Енотаевского, Красноярского, Наримановского и Лиманского районов [12]. С 2000-ых годов на пастбищах были превышены нормативы выпаса скота (в 2022 году количество овец и коз составило 1292,8 тыс. голов [13]), интенсивно велась распашка земель под бахчевые (в 2022 году площадь бахчей составила 90,9 тыс. га. [13]), проблема опустынивания обострялась. Площадь сбитых земель увеличилась до 80%. Специфика освоения земельного фонда, включающего дефляционно-опасные пастбища, создают особые экологические и хозяйственные сложности в землепользовании.

Общая площадь Астраханской области (по данным Росреестра по Астраханской области [14]) составляет 5292,4 тыс. га. К сильно деградированным – опустыненным участкам отнесены угодья, занимаемые в настоящее время подвижными (открытыми) песками, что составляет 740,63 тыс. га. Естественное движение песков наблюдается в Лиманском, Наримановском и Красноярском районах [14]. К примеру, ежегодно площадь пустыни в Наримановском районе расширяется на 2 км. Кризисные участки ландшафта занимают площадь 2866,7 тыс. га и являются «резервом» дальнейшего опустынивания *(рисунок 2)*. К кризисным участкам относятся: земли промышленности, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земель обороны, безопасности и земли иного специального назначения, земли населенных пунктов – 87,8 тыс. га, особо охраняемых территорий – 153,1 тыс. га, лесного фонда – 190,8 тыс. га, водного фонда – 419,6 тыс. га. (по данным Росреестра по Астраханской области [14]. Умеренно деградированные ландшафты имеют площадь 336,9 тыс. га *(таблица 1)* [12, 14].

На Астраханской территории почти все пастбища испытывают деградацию. Засолёнными из общей площади являются 604,7 тыс. га, солонцеватые и солонцовые комплексы занимают 746,2 тыс. га [12, 14]. Астраханская область издавна является одной из лидирующей областей по животноводству: пастбища испытывают колоссальную нагрузку, и выпас скота зачастую происходит неконтролируемо.

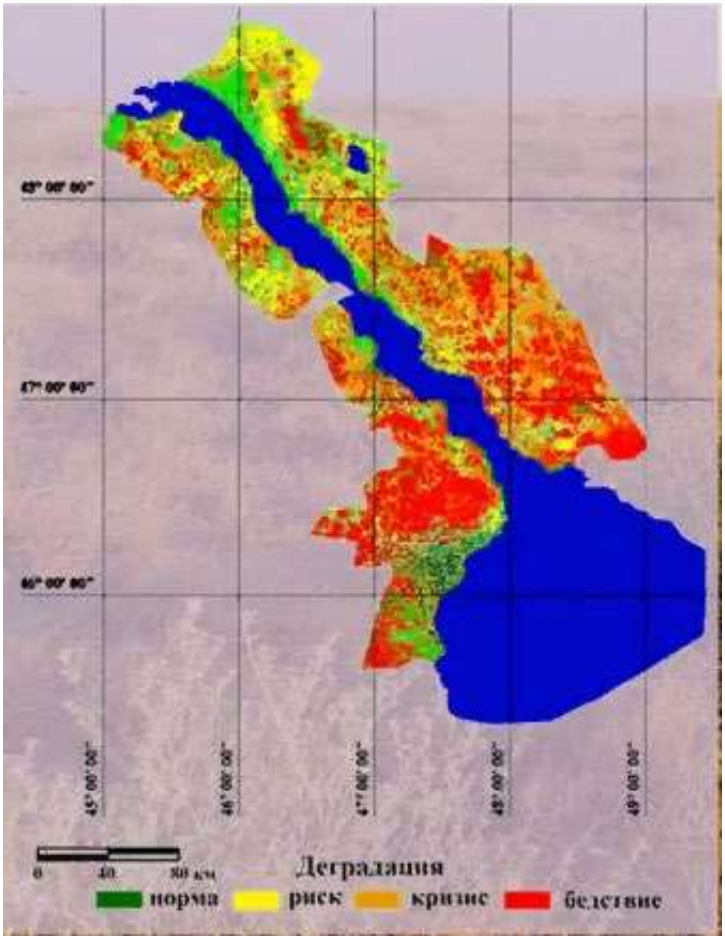


Рисунок 2. Картографирование, пространственное моделирование распределения земель по уровням деградации [15].

Таблица 1

Площадь уровня деградации земель Астраханской области [15]

Уровень деградации	Площадь	
	тыс. га	доля, %
Бедствие	1043,901	36,4
Кризис	788,991	27,5
Риск	644,748	22,5
Норма	393,235	13,7
Всего, без учета поймы	2870,875	100

Заключение. Для борьбы с опустыниванием в Астраханской области проводятся меры по сохранению и восстановлению почв, такие как проведение мелиоративных работ, внедрение новых технологий обработки земель и создание заповедных зон. В настоящее время в регионе реализуются различные проекты и программы, направленные на борьбу с опустыниванием и сохранение биоразнообразия.

Так, ФГБОУ ВО «Астраханским государственным университетом» в рамках выполнения научно-исследовательской работы «Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием Астраханской области (НПДБО Астраханской области)» (договор № 05-5/ВИП ГЗ от 30.05.2023 г. (заказчик ФНЦ Агроэкологии РАН) были получены следующие результаты [16]:

– выделены методологические основы оценки состояния деградированных земель с использованием методов дистанционного зондирования земной поверхности и наземных (экспедиционных) обследований. Дана характеристика природно-ресурсного потенциала Астраханской области, в том числе сельхозугодий (пашня, пастбища, сенокосы, залежи и др.), социально-экономические условия и их связь с процессами опустынивания [16];

– создана сеть тестовых полигонов и участков системы мониторинга процессов опустынивания с ключевыми участками системы. Полигоны аэрокосмического мониторинга представляют собой ограниченные территории опустынивания с ландшафтами, типичными для Астраханской области и близкими по природным свойствам и характеру использования;

– подготовлена структура и методика разработки субрегиональных национальных программ действий по борьбе с опустыниванием для Астраханской области [16];

– представлена концепция геоинформационной системы мониторинга опустынивания территории. Целью создания, которой является отработка алгоритмов предлагаемых решений при выполнении автоматизированных процессов обработки и анализа данных дистанционного зондирования Земли для тестовых территорий (полигонов) [16];

– разработана программа для ЭВМ: «Программный модуль для дистанционного сбора и обработки показателей почвы». Программа предназначена для сбора и обработки различных показателей почвы и выявления отклонений от нормы с последующим анализом данной информации. Использование разработанного программного модуля позволит определить факторы, оказывающие негативное воздействие, которые могут привести к деградации земель, почвенного и растительного покрова (водная и ветровая эрозии, переувлажнение и заболачивание, подтопление, засоление и осолонцевание, опустынивание) [16].

В рамках проекта «Восстановление и сохранение степных экосистем» проводятся работы по восстановлению растительности на деградированных землях [17]. Также осуществляется мониторинг состояния почв и растительности, а также разработка рекомендаций по улучшению методов землепользования. Другим, наиболее эффективным способом борьбы с опустыниванием в регионе является лесовосстановление, то есть физическое закрепление участков, которые подвергаются деградации. Подобную деятельность по восстановлению лесов проводят уже в нескольких субъектах России, и эти программы в том числе включены в нацпроект «Экология» [17]. В Астраханской области также проводятся научные исследования по изучению процессов опустынивания и разработке методов предотвращения этого явления. Кроме того, ведется работа по информированию населения о проблеме опустынивания и мерах, которые каждый может принять для ее решения.

Контроль за использованием земель, восстановление земель, бережное использование водных ресурсов и использование современных экологических технологий – это основные способы борьбы с опустыниванием земель и улучшения экологических показателей регионов [2]. Только грамотное сочетание всех этих мер определит реальный и эффективный результат. Современная изученность опустынивания в России в преобладающей своей части освещает природную или, так сказать, био-физико-химическую часть проблемы. Очень лаконично, во многих случаях – вскользь или мимоходом, освещены вопросы влияния опустынивания на социально-экономическую сферу [13]. Такое положение не создает необходимых предпосылок для решения проблем опустынивания, так как его последствия оказываются неблагоприятными, прежде всего для населения и хозяйства. Чтобы сделать исследования опустынивания более эффективными, и чтобы их результаты были практически значимыми, необходимо использовать комплексный, географический подход к рассмотрению этого явления во всей его многогранной сложности [11, 18]. Дальнейшая разработка и апробация в новых условиях данных подходов может иметь высокую практическую значимость для воздействия на сельхозтоваропроизводителей и органы государственной власти в вопросах практического внедрения противоэрозионных мероприятий в будущем.

Список литературы

1. Цветнов Е.В., Макаров О.А., Яковлев А.С., Бондаренко Е.В. О включении экосистемных услуг в систему оценки ущерба от деградации земель // Почвоведение. 2016. № 12. С. 1534-1540.

2. Андреева О.В., Куст Г.С. Географическое районирование опустынивания полузасушливой и засушливой зон России // Доклады по экологическому почвоведению. 2006. № 2. Вып. 2. С. 21-52.

3. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)» / Под ред. Р. С.-Х. Эдельгериева. Т. 2. М.: ООО «Изд-во МБА», 2019. 476 с.

4. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: оценка рисков и эколого-экономических последствий деградации земель. Адаптивные системы и технологии рационального природопользования (сельское и лесное хозяйство)» / Под ред. А.И. Бедрицкого. М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, ГЕОС, 2018. 357 с.

5. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: проявления засухи, меры предупреждения, борьбы, ликвидация последствий и адаптивные меры (сельское и лесное хозяйство)» / Под ред. Р. С.-Х. Эдельгериева. Т. 3. М.: ООО «Изд-во МБА», 2021. 700 с.

6. Жидкин А.П., Макаров О.А., Попова А.Р. Модификация методики определения размеров ущерба от деградации земель под воздействием эрозии почв // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2023. Вып. 117. С. 177-207.

7. Романовская А.Ю., Савин И.Ю. Современные методы мониторинга ветровой эрозии почв // Бюл. Почв. ин-та. 2020. № 104. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-metody-monitoringa-vetrovoy-erozii-pochv (дата обращения: 22.01.2024).

8. Барабанщиков Д.А., Сердюкова А.Ф. Борьба с опустыниванием земель // Молодой ученый. 2017. № 25 (159). С. 95-98.

9. Быстрова И.В., Смирнова, Т.С., Вайчулис Г.В. Экологическое опустынивание земель юга России // Геология, география и глобальная энергия. 2021. № 3. Вып. 82. С. 75-81.

10. Селезнев А.А. Тяжелые металлы в поверхностном грязевом осадке города Екатеринбурга // Известия УГГУ. 2018. №1(49). С. 46-54

11. Виноградов Б.В., Глазовский Н.Ф., Габунщина Э.Б. Программа действий по борьбе с опустыниванием в Калмыкии //Аридные экосистемы. 1996. Т. 2-3. С. 103-111.

12. Сведения о состоянии и использовании земель в Астраханской области / Официальный сайт администрации МО «Городской округ город Астрахань» [Электронный ресурс]. URL: https://www.astrgorod.ru/information/svedeniya-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-astrahanskoy-oblasti (дата обращения: 22.01.2024).

13. Астраханская область в цифрах: крат. стат. сб. / Астраханьстат. Астрахань, 2023. 124 с.

14. Управление Росреестра по Астраханской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosreestr.gov.ru/about/struct/territorialnye-organy/upravlenie-rosreestra-po-astrakhanskoy-oblasti/ (дата обращения: 22.01.2024).

15. Выявить очаги опустынивания: исследование ученых ФНц агроэкологии РАН, Волгоград. [Электронный ресурс]. URL: https://scientificrussia.ru/articles/vyavit-ocagi-opustynivania-issledovanie-ucenyh-fnc-agroekologii-ran-volgograd (дата обращения: 22.01.2024).

16. Распоряжение Губернатора Астраханской области от 02 февраля 2022 г. № 38-Р «О плане осуществления на территории Астраханской области научно-технической деятельности в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений».

17. Генеральная схема по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ – 30 лет // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Дагестан. [Электронный ресурс]. URL: http://www.mcxrd.ru/press-tsentr/novosti/generalnoy-skheme-poborbe-s-opustynivaniem-chernykh-zemel-i-kizlyarskikh-pastbishch-30-let-_155 (дата обращения: 22.01.2024).

18. Виноградов Б.В., Кулик К.Н., Сорокин А.Д., Федотов П.Б. Изодинамическое картографирование и долговременный мониторинг опустынивания и деградации земель с применением нелинейных методов моделирования // Почвоведение. 1999. № 4. С. 494-504.

УДК 911.5
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-178-183

ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ПРИОЛЬХОНЬЯ

NATURAL AND ANTHROPOGENIC LANDSCAPES OF THE PREOLKHON REGION

Биличенко И.Н.
Bilichenko I.N.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия
The V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

E-mail: irinabilnik@mail.ru

Аннотация. Территория Приольхонья относится к Байкальской природной территории и интенсивно используется под рекреационные цели. В работе представлены результаты исследований геосистем Приморского хребта и Приольхонского плато, где гольцово-горно-таежный комплекс чередуется с подтаежными степными геосистемами. Это объясняет значительное ландшафтное разнообразие изучаемой территории. При изучении ландшафтов региона рассматривались региональные закономерности, особенности климата и рельефа, дифференциация растительности и почв, особенности современного использования территории. Исследования проводились на юго-восточном макросклоне Приморского хребта (от подножья до гольцов) на участке, протянувшемся вдоль западного берега оз. Байкал на 170 км. На маршрутах было сделано более 500 детальных полевых описаний. На Приморском хребте гольцовые ландшафты вершинных поверхностей и склонов с кедровым стлаником сменяют подгольцовые редколесные из кедра, пихты и ели и далее, вниз по склону горнотаежные лиственничные с кустарниковым подлеском, с преобладанием рододендрона даурского. Основным фактором нарушения геосистем на Приморском хребте являются пожары, на Приольхонском плато рекреационная деятельность.

Ключевые слова: Приольхонье, Приморский хребет, ландшафтная структура, рекреационное использование, горно-таежные ландшафты, горная степь.

Abstract. The territory of the Preolkhon region belongs to the Baikal natural territory and is intensively used for recreational purposes. The paper presents the results of studies of the geosystems of the Primorskii ridge and the Preolkhon plateau, where the goltsy-mountain-taiga complex alternates with subtaiga steppe geosystems. This explains the significant landscape diversity of the study area. When studying the landscapes of the region, regional patterns, features of climate and relief, differentiation of vegetation and soils, and features of modern use of the territory were considered. The research was carried out on the southeastern macroslope of the Primorsky Range (from the foot to the char) in an area stretching along the western shore of Lake. Baikal at 170 km. More than 500 detailed field descriptions were made along the routes. On the Primorskii ridge, the alpine landscapes of the summit surfaces and slopes with dwarf cedar trees are replaced by subalpine open forests of cedar, fir and spruce, and further down the slope mountain taiga larch landscapes with shrub undergrowth, with a predominance of Daurian rhododendron. The main factor in the disruption of geosystems on the Primorskii ridge is fires; on the Preolkhon plateau, recreational activity.

Key words: Preolkhon region, Primorskii ridge, landscape structure, recreational use, mountain taiga landscapes, mountain steppe.

Введение. В последние годы отмечен беспрецедентный рост турпотока на озеро Байкал. Увеличению туристического потока способствует рост внутреннего туризма и популярность озера у китайских туристов. Одно из самых посещаемых мест – Приольхонье, расположенное на западном побережье и частично входящее в состав Прибайкальского национального парка. К сожалению, рекреационное развитие часто носит здесь стихийный характер, что ставит под угрозу сохранение уникальных ландшафтов региона.

Исследования проводились на Приольхонском плато и юго-восточном макросклоне Приморского хребта, от села Бугульдейка до села Онгурен *(рисунок 1)*. Этот участок протянулся вдоль западного побережья на 170 км, сам Приморский хребет – на 300 км. Район относится к Саяно-Байкальской горной области с высокой неотектонической активностью, к району гор, приуроченных к плечам Байкальской рифтовой зоны [1]. В административном плане это Ольхонский район Иркутской области.

Материалы и методы исследования. Полевые работы были проведены в 2017-2021 годах с целью определения пространственных закономерностей в распределении геосистем Приольхонья, а также выявления и оценке новых интересных рекреационных маршрутов,

способных разгрузить активно используемое туристами побережье. На 500 площадках (10×10 и 20×20) и 10 маршрутах были проведены подробные описания ландшафтов [2].



Рисунок 1. Местоположение исследуемого участка на карте Байкальской природной территории (черная линия).

Системной основой для изучения ландшафтов региона является учение о геосистемах сибирской географической школы [3], методика которого апробирована в разных регионах Азиатской России. Исследования региона в целом и маршрутов производились при полевом камеральном дешифрировании космических снимков Landsat-7, 8. Также использовались топографические карты и тематические.

Результаты и их обсуждение. Приольхонью свойственен выраженный региональный характер при местной специфике в сочетании барьерно-теневого, аридно-котловинного, высокогорного и подгорного эффектов [4]. Территория находится в дождевой тени, поэтому не получает соответствующее региону количество осадков (количество осадков на водоразделе – 400-500 мм, у подножья хребта 200-300 мм, в горно-таежном поясе до 350-450 мм [1]). Также существенное влияние на прибрежную зону и склоны Приморского хребта оказывает озеро Байкал. В результате здесь сформировалась своеобразная горно-котловинная природная система [5].

Физико-географическое районирование [6] относит эту территорию к двум взаимодействующим контрастным по параметрам природных условий географических макросистем – Североазиатской гольцово-таежной и Центрально-Азиатской пустынно-степной и к Байкало-Джугджурской горно-таежной горной области, Прибайкальской гольцово-горнотаежной и котловинной провинции. Охватывает Приморский гольцово-горно-таежный и Ольхонский горно-подтаежный и подгорно-степной физико-географические округа.

Рельеф Приольхонского плато является низкогорным со слабоконтрастной лощинно-западинной структурой. Хребет относится к сравнительно невысоким горам с максимальной высотой до 1746 м (Голец Трехголовый).

В разных участках исследуемой территории были проведены маршрутные исследования от подножья хребта до гольцов. На *рисунке 2* показаны 9 из 15 маршрутов, прилегающих к проливу Малое море, в таблице представлено их описание. Это наиболее популярный участок у туристов. На участки маршрутов 4 и 8 были составлены ландшафтные карты масштаба 1:50 000 [7, 8]. При выборе маршрутов учитывалось наличие вдоль них разных типов ландшафтов, доступность – маршруты были проложены по старым охотничьим тропам. Гольцовые, подгольцовые и горно-таежные ландшафты Приморского хребта представлены широким спектром с разными высотно-поясными, экспозиционными и микроклиматическими ситуациями, ландшафты Приольхонского плато подгорными подтаежными сухими лесами, горными степям и лиственничными редколесьями *(рисунок 3)*.

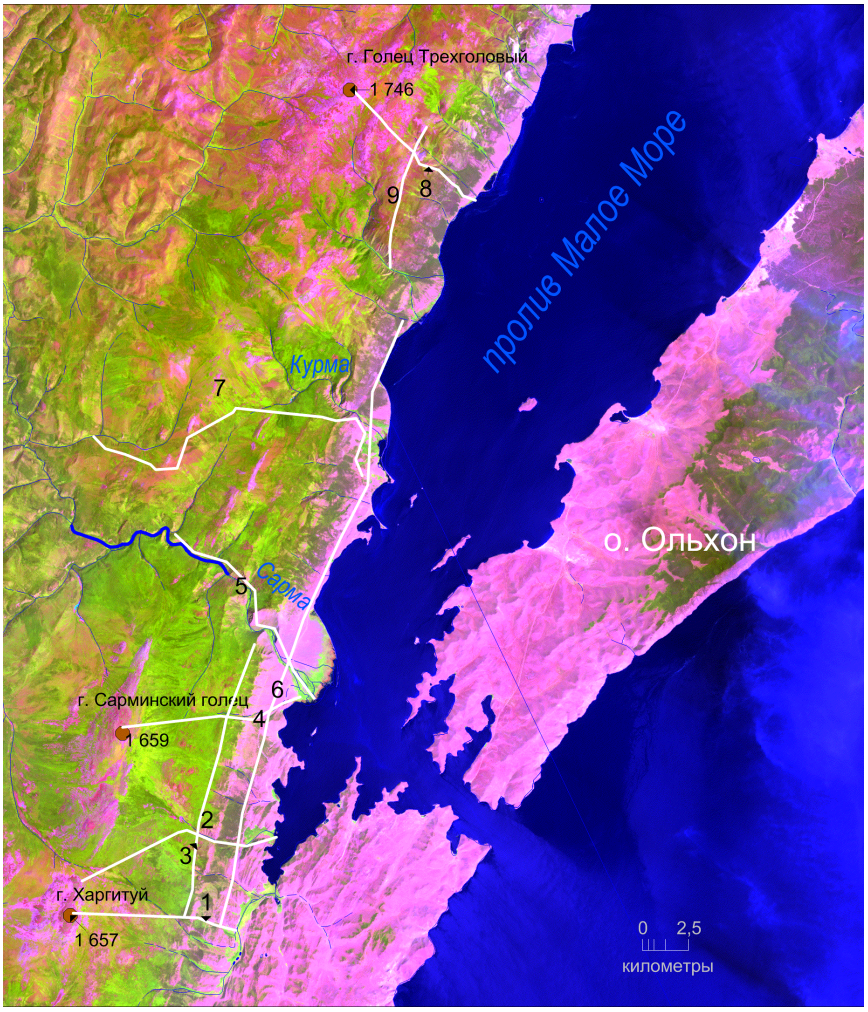


Рисунок 2. Ландшафтные исследования Приморского хребта и на Приольхонском плато. Маршрутные ходы комплексных описаний с площадками: 1-9 см. в *таблице 1.*

Ландшафты побережья являются антропогенно-нарушенными в связи с активным использованием этой территории туристами *(рисунок 4)*. История антропогенного влияния в Приольхонье начинается в раннем средневековье, когда возможные представители курыканской культуры занимались скотоводством с элементами орошения, плавлением железа, сопровождаемого вырубкой лесов на Приольхонском плато [9]. Орошение пастбищ проводилось местным бурятским населением вплоть до середины XX в. [10]. Выборочная рубка леса на Приольхонском плато проводилась постоянно, так как это – единственный доступный ресурс древесины вблизи поселений. В настоящее время такая деятельность ограничена природоохранным законодательством. Традиционный вид природопользования местных жителей – выпас скота в злаковых степях и сенокошение по долинам водотоков.

Таблица 1

Описание маршрутных ходов

	Маршрутные ходы	Описание
1	с. Черноруд – река Харгитуй	Это «дикая» туристическая тропа, которая периодически теряется в подгольцовой и гольцовой зоне. В начале маршрута вдоль склона 15° идут лиственнично-сосновые разнотравные, сосновые бруснично-разнотравные леса. Среди них встречаются участки мелколиственных осиновых спиреевых разнотравных лесов на местах гарей. Выше 1000 м к лиственничникам примешивается кедр, в травяно-кустарничковом ярусе доминирует багульник болотный. Чуть выше появляется кедровый стланик. Руслу временного водотока соответствует еловый рододендровый разнотравный лес. Выше 1300 м появляется берёза растопыренная в составе кедровых голубично-багульниковых лесов. Граница леса проходит здесь на высоте 1350-1450 м. Выровненная поверхность горы Харгитуй представлена горно-тундровыми лишайниковыми геосистемами с участками каменистых россыпей.
2	с. Хорга – гора Харгитуй	Здесь представлен пойменный луг, участки типичного для маломорского побережья лиственичного леса и степной растительности. В пределах Приольхонского плато, в предгорной части, в пойме реки распространен сосновый спиреевый разнотравный лес. В верховьях Хорги расположена вытянутая наледная поляна общей площадью около 0,5 км^2. Поляна сложена коллювиально-аллювиальными глыбами с редкими кустарниковыми ивняками.
3	с. Черноруд – р. Сарма	Поперечный маршрут идет по старинной Ланинской тропе от Сарминского Гольца (1658,1 м) до подножия хребта, далее к берегу Хужир-Нугайского залива Байкала и конусу выноса р. Сарма.
4 7	Ланинский ручей – г. Сарминский Голец; с. Курма – р. Уган	Гольцово-нивальный пояс представлен лишайниковой горной тундрой. Пологие гольцовые склоны покрыты кустарниковыми группами кедрового стланика, березы круглолистной, березы карликовой, единичного можжевельника. Горно-таежный пояс в зоне верхней границы леса представлен кедровым редколесьем с кустарничково-мохово-лишайниковым покровом. На склонах южной экспозиции представлены сосново-лиственничные с кедром голубично-бруснично-багульниковые зеленомошные фации. Склоны восточной экспозиции заняты сомкнутыми лиственнично-кедровыми, голубично-багульниковыми лесами разного возраста, смешанными с лиственнично-березовыми багульниково-моховыми. В нижней части горно-таежного пояса, перед крутыми склонами-эскарпами лиственничные с сосной голубично-багульниковые леса сменяются смешанными осиново-березово-сосновыми кустарниково-травяными, часто пирогенно-нарушенными. Далее появляются горные разнотравные луговые степи, ниже начинаются горные сухие петрофитные степи.
5	Долина р. Сарма	Здесь представлены степные формации на конусе выноса р. Сармы, пойменные леса и луга разной степени увлажненности, заболоченные участки, галечниковые косы и острова, пойменные озера и межозерные калтусы.
6	Приольхонское плато	Сухие разреженные багульниковые лиственничники к побережью сменяются лиственничными редколесьями.
8, 9	Урочище Ятор – г. Трехголовый Голец; урочище Ятор – р. Улан-Хан	Подножье Приморского хребта в районе мыса Ятор занято сосновым спиреевым мертвопокровным лесом. Крутые склоны покрыты в основном сосняками кипрейными после пожаров 2017 года. Гольцовые кедрово-стланиковые ландшафты также были подвержены огню. Нетронутые участки заняты кедровым стлаником с ерником и шикшиево-лишайниковым покровом. Выше распространена каменистая тундра. В окрестностях Гольца Трехголового за 2015-2017 гг. сгорело около 110 км^2 горно-таежных лесов по основному водоразделу, по западному и восточному макросклонам. Причиной этого стал засушливый период этих лет, характеризующийся частыми сухими грозами.



Рисунок 3. Ландшафты Приольхонского плато.

Динамика геосистем на Приморском хребте связана с пирогенным фактором. В окрестностях гольца Трехголовый *(маршруты 8, 9, рисунок 3)* в 2015-2017 гг. сгорело около 110 км^2 горно-таежных и горных кустарниковых геосистем по основному водоразделу, по западному и восточному макрослонам. В настоящее время растительность находится на начальном этапе восстановления, когда в травяно-кустарничковом покрове отмечаются всего несколько видов. Подрост мелколиственных пород наблюдается не везде, а гольцовые кедрово-стланиковые ландшафты еще не восстанавливаются совсем. Также для данного района характерно явления, когда пожары повторяются почти каждый сезон, поэтому ландшафты находятся в устойчиво-длительно-производном состоянии.



Рисунок 4. Антропогенно-нарушенные ландшафты побережья Малого моря.

Выводы. Таким образом, в силу региональных особенностей рельефа и климата на этом участке сложилось уникальное ландшафтное разнообразие, тесное взаимопроникновение геосистем тайги и степи, представленных сочетанием горно-таежных темнохвойных, чаще светлохвойных, подгорных лиственничных остепненных и горно-степных геосистем.

Ландшафты прибрежной территории участка исследований – Приольхонья активно используются туристами, так как обладают высокой рекреационной и эстетической ценностью. Здесь находится огромное количество баз отдыха, неофициальных дорог. Развит и часто не контролируется палаточный туризм.

Для разгрузки Приольхонья были проведены исследования на юго-восточном макросклоне Приморского хребта, ландшафты которого подвержены меньшему рекреационному воздействию из-за слабого развития экологического и экстремального туризма, но активно подвержены пожарам. Здесь было выделено более 15 живописных доступных маршрутов с достаточным разнообразием типов ландшафтов вдоль них.

Исследование выполнено за счет средств государственного задания (№ госрегистрации темы АААА-А21-121012190059-5).

Список литературы

1. Атлас Иркутской области: Экологические условия развития / Ред. В.В. Воробьёв, А.Н. Антипов, В.Ф. Хабаров. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН; М.: Роскартография, 2004. 90 с.

2. Видина А.А. Методические указания по полевым крупномасштабным ландшафтным исследованиям / Под ред. Н.А. Солнцева. М.: Изд-во МГУ, 1962. 120 с.

3. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978 317 с.

4. Михеев В.С. Ландшафтная структура // Природопользование и охрана среды в бассейне Байкала. Новосибирск: Наука, 1990. С. 7-29.

5. Кузьмин С.Б., Данько Л.В. Палеоэкологические модели этноприродных взаимодействий. Новосибирск: Гео, 2011. 187 с.

6. Ландшафты юга Восточной Сибири. Карта. М-б 1:1 500 000. Михеев В.С., Ряшин В.А. М.: ГУГК, 1977. 4 л.

7. Биличенко И.Н., Седых С.А. Картографирование ландшафтов Западного Прибайкалья // Геодезия и картография. М, 2016. № 9. С. 29-38.

8. Plyusnin V.M. Bilichenko I.N., Sedykh S.A. Spatio-temporal Organization of Mountain Taiga Geosystems of the Baikal Natural Territory Geography and Natural Resources. 2018. Vol. 39. No. 2. P. 130-139.

9. Кузьмин С.Б., Данько Л.В., Андреева И.О. Этапы антропогенной трансформации ландшафтов Приолхонья // Структура, функционирование и эволюция горных ландшафтов Западного Прибайкалья. Иркутск: Институт географии СО РАН, 2005. С. 53-59.

10. Абалаков А.Д., Панкеева Н.С., Седых С.А., Новикова Л.С., Дроков В.В., Марышкин Д.И. Воссоздание Хужир-Нугайской утужной системы для поддержания традиционного природопользования и развития этноэкологического туризма // Гуманитарные исследования Внутренней Азии. 2013. № 2. С. 81-90.

УДК 581.9 (470.313-21)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-184-189

К РАСПРОСТРАНЕНИЮ СТЕПНЫХ И ЛЕСОСТЕПНЫХ ВИДОВ ВО ФЛОРЕ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ И ГОРОДА РЯЗАНИ

TO THE DISTRIBUTION OF STEPPE AND FOREST-STEPPE PLANT SPECIES IN THE FLORA OF THE RYAZAN REGION AND IN THE CITY OF RYAZAN

Бобылев М.А.[1], Казакова М.В.[2]
Bobylev M.A.[1], Kazakova M.V.[2]

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, Рязань, Россия
Ryazan State University named for S.A. Yesenin, Ryazan, Russia

E-mail: [1] bobylev.mi87@gmail.com, [2] kazakova_marina@bk.ru

Аннотация. Полный видовой состав степных и лесостепных видов во флоре сосудистых растений Рязанской области насчитывает не менее 295 видов. В рамках изучения флоры города Рязани выявлено 167 видов (57% всего состава). Северная граница лесостепи проходит в нескольких десятках километров к югу от Рязани, а на востоке области она поднимается по долине р. Цны севернее с. Темгенево. Геоморфологическое разнообразие территории северных отрогов Среднерусской возвышенности обеспечило проникновение и сохранность на границе и в пределах города биотопов, благоприятных для формирования сообществ южных видов. Выделены группы видов, приуроченных к естественным и антропогенным местообитаниям. На южных окраинах города, по склонам балок и речных долин в составе остепненных лугов и опушечных экотонов встречается более 100 наиболее мезофитных представителей лесостепного комплекса. Многие из них в составе так называемой «окской флоры» отмечены и в долине Оки. На нарушенных и вторичных местообитаниях нередки виды степного комплекса, проявляющие себя в регионе в качестве сорняков. Рассмотрены группы видов, которые с разной степенью вероятности могут быть обнаружены в городе в ходе дальнейших исследований.

Ключевые слова: Рязань, флора сосудистых растений, окская флора, степной и лесостепной флористические комплексы.

Abstract. The total list of steppe and forest-steppe species in the flora of the Ryazan region includes at least 295 species. In the process of studing of city's flora 167 species (57% of the total composition) were identified. The northern border of the forest-steppe passes several dozen kilometers óuth from Ryazan, and in the east of the region it rises along the valley of the Tsna River north of Temgenevo village. The geomorphological diversity of the territory of the northern spurs of the Central Russian Upland ensured the penetration and preservation of biotopes favorable for the formation of communities of southern species on the border and within the city. Some groups of species confined to natural and anthropogenic habitats have been identified. On the southern outskirts of the city, along the slopes of gullies and river valleys more than 100 of the most mesophytic representatives of the forest-steppe complex were found. Many of them, as part of the so-called "okskaya flora", are also noted in the Oka Valley. The species of the steppe complex are not rare in disturbed and secondary habitats, they are in the region as weeds. There were considered some groups of species that can be found in the city with varying degrees of probability in further researches.

Key words: Ryazan, flora of vascular plants, okskaya flora, steppe and forest-steppe floristic complexes.

Введение. Рязанская область расположена на стыке трех природных зон *(рисунок 1)*: подтаежной, широколиственнолесной и лесостепной [1]. Областной центр город Рязань занимает также пограничное положение. Основная его территория находится на высоком правом берегу р. Оки, которая служит границей двух зон подтаежной и широколиственнолесной. Город связан с южными и восточными регионами двумя крупными железнодорожными направлениями, которые в городе сходятся и уже одно направление доставляет составы в Москву.

На западе Рязанской области северная граница лесостепной зоны не доходит до Рязани с юга, примерно, на 50 км. К югу от города территория прорезана многочисленными оврагами, балками и долинами небольших рек, что связано с давней историей интенсивного сельскохозяйственного освоения северо-восточных отрогов Среднерусской возвышенности и почти сплошной вырубкой широколиственных лесов. К югу от Рязани в настоящее время сохранились крошечные островки широколиственных и вторичных мелколиственных лесов. Относительно недавно овраги и балки, склоны речных долин использовались под пастбища, а наиболее пологие выкашивались. Это препятствовало закустариванию и зарастанию склонов лесом, способствовало формированию разреженных низкотравных луговых и лугово-степных

сообществ и проникновению многих лесостепных видов вплоть до границ Рязани и окской поймы. Лишь в последние 40 лет не ведется заметного выпаса крупного рогатого скота. Это привело к постепенному зарастанию открытых склонов высокотравьем, кустарниками и мелколесьем.



Рисунок 1. Схема границ природных зон в пределах территории Рязанской области [1] (серой заливкой показаны лесные территории).

Территория города прорезана в меридиональном направлении многочисленными долинами небольших рек (Лыбедь, Павловка, Листвянка) и ручьев (Быстрец, Песоченка, Черезов, Гужовка, Бучень) а также неглубокими балками. В широтном направлении городской равнинный рельеф разрезают реки Плетенка, Трубеж, Бобровка, Быстрица, ручьи Бохот, Кузьмин, а также канал Трехречье. Возникшие на их южных, западных и восточных склонах разнообразные местообитания нередко оказываются благоприятными для произрастания лесостепных видов растений. Дополнительными каналами расселения степных и лесостепных видов служат откосы и склоны транспортных путей – железные дороги и автомобильные трассы.

150 лет назад классики отечественной ботанической географии Н.Н. Кауфман [2], Д.И. Литвинов [3], А.Ф. Флеров [4] и др. писали о нахождении лесостепных видов в разных участках окской долины, их концентрации на юге современной Московской области. Именно комплекс южных по отношению к среднему течению Оки видов был назван «окской флорой». Работ, посвященных этой проблематике достаточно много, включая исследования современных ботаников [5, 6]. Как показали работы М.В. Казаковой [1, 7, 8], лесостепные виды довольно многочисленны в Рязанской области в пойме, на склонах и террасах Окской долины, то есть севернее границы лесостепной зоны. Их местонахождения нельзя рассматривать в отрыве от всей флоры южной половины региона, поскольку в долинах меридионально направленных рек и балок, а также в долинах рек Проня, Истья, Листвянка до сих пор существуют многочисленные участки, обогащенные лесостепными и степными видами. Постепенно, сокращаясь количественно, эта группа видов встречается от южных окраин нашей области вплоть до Оки.

Материалы и методы. в данной статье нами составлен и рассмотрен список видов сосудистых растений флоры Рязанской области, зонально тяготеющих к лесостепной и степной зонам. Большинство из них входит в состав лугово-степных фитоценозов, но некоторые виды ценотически приурочены к сырым, пойменным лугам, берегам и мелководьям водоемов. При выделении из состава флоры Рязанской области лесостепных и степных видов за основу были

взяты материалы исследования М.В. Казаковой начала 2000-х гг. [1, 7]. К 2017 г. они были уточнены и дополнены [9]. В настоящее время, в рамках исследования всей флоры сосудистых растений Рязани [10], список лесостепных и степных видов, известных в регионе, пополнился новыми данными. Учтены также сведения по дендрофлоре города [11], содержащие информацию о некоторых лесостепных кустарниках. Ряд видов, рассмотренных в работе, занесен в Красную книгу Рязанской области [12]; далее в тексте они отмечены знаком «*».

Для заключения о характере местообитаний рассматриваемых видов в Рязани (естественные, синантропные) проанализированы этикетки всех гербарных материалов, хранящихся в фондах МГУ имени М.В. Ломоносова (MW), Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина (МНА) и Гербария им. Е.Г. Гущиной (RSU) РГУ имени С.А. Есенина. Обобщены сведения из флористических списков, составленных нами для 97 ячеек картографирования флоры Рязани. Учтены дополнительные материалы других наблюдателей, размещенные на платформе iNaturalist.

В границах Рязани выделены два типа местообитаний:

– луговые (с элементами остепнения) и опушечные сообщества на южных, юго-западных, юго-восточных склонах балок, речных долин, а также пионерные группировки по берегам водоемов; они рассматриваются нами как естественные местообитания. Говорить о том, что какие-то территории в границах Рязани не подвергаются антропогенному воздействию, было бы неверно, но мы рассматриваем перечисленные местообитания в качестве сохранившихся естественных биотопов, на которых происходят динамические сукцессионные процессы без активного вмешательства со стороны человека;

– различные антропогенные местообитания: обочины и откосы автомобильных и железных дорог, тропы, рудеральные участки, рекреационные зоны, окраины садовых товариществ, зоны частной застройки и т.п.

В работе рассматриваемые виды условно сгруппированы по степени антропофобности-антропофильности в зависимости от того, известны ли они в городе только на естественных открытых местообитаниях, либо отмечены в пойме Оки в луговых сообществах; известны как в естественных, так и нарушенных местообитаниях; отмечены только на нарушенных, антропогенных местообитаниях.

В список не включены некоторые степные виды, которые на всей территории Рязанской области встречаются только как заносные сорняки, распространяющиеся по антропогенным местообитаниям: *Acroptilon repens* (L.) DC., *Anthemis ruthenica* Bieb., *Artemisia dracunculus* L., *Daucus carota* L., *Eryngium campestre* L., *Erysimum canescens* Roth, *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey. и др.

Результаты исследований и их обсуждение. Рассматриваемый нами региональный список таксонов, зонально тяготеющих к лесостепной и степной зонам, насчитывает 295 видов. Из них в Рязани выявлены местонахождения 167 видов.

1. Аборигенные в Рязанской области и Рязани виды, произрастающие в городе на остепненных, суходольных лугах и опушках, на южных склонах железнодорожных насыпей, где сформировались луговые сообщества: *Agrostis syreistschikowii* P. Smirn., *Ajuga genevensis* L., *Alchemilla hirsuticaulis* Lindb., *Allium oleraceum* L., *Arenaria longifolia* Bieb., *A. micradenia* P. Smirn., *Astragalus danicus* Retz., *Campanula bononiensis* L., *C. rotundifolia* L., *C. sibirica* L., *Carex caryophyllea* Latourr., *Centaurea pseudophrygia* C.A. Mey., *C. scabiosa* L., *Cirsium polonicum* (Petrak) Iljin, *Cotoneaster integerrimus* Medik. (включая *C. alaunicus* Golits.*), *Euphorbia semivillosa* Prokh., *Filipendula vulgaris* Moench, *Galium rubioides* L., *Galium tinctorium* (L.) Scop., *Gentiana cruciata* L., *Geranium sanguineum* L., *Inula hirta* L., *I. salicina* L., *Jurinea cyanoides* (L.) Reichb., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *K. delavignei* Czern. ex Domin, *K. glauca* (Spreng.) DC., *Lathyrus pisiformis* L., *Leontodon hispidus* L., *Lithospermum officinale* L., *Nepeta pannonica* L., *Origanum vulgare* L., *Pedicularis kaufmannii* Pinzger, *Phleum phleoides* (L.) Karst., *Phlomis tuberosa* L., *Platanthera chlorantha*(Cust.) Reichb.*, *Polygala comosa* Schkuhr, *Polygonum bistorta* L., *Potentilla alba* L., *P. canescens* Bess., *P. recta* L., *Primula veris* L, *Prunella grandiflora* (L.) Jacq.*, *Pulmonaria angustifolia* L., *Salvia pratensis* L., *Scorzonera purpurea* L., *Sedum maximum* (L.) Hoffm., *Seseli annum* L., *Silene nutans* L., *Stachys recta* L., *Tanacetum corymbosum* (L.) Sch. Bip., *Thalictrum minus* L., *Thymus marschallianus* Willd., *Trifolium alpestre* L., *T. montanum* L., *Trommsdorffia maculata* (L.) Bernh., *Verbascum lychnitis* L., *Veronica prostrata* L., *V. spicata* L., *V. teucrium* L., *Vicia tenuifolia* Roth, *Viola rupestris* F.W. Schmidt.

2. Аборигенные в Рязанской области и Рязани виды, известные как в естественных, так и в антропогенных местообитаниях: *Acer tataricum* L., *Achillea nobilis* L., *Allium rotundum* L.,

Androsace elongata L., *Anemone sylvestris* L., *Anthemis tinctoria* L., *Artemisia austriaca* Jacq., *A. campestris* L., *Asparagus officinalis* L., *Astragalus cicer* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Carlina biebersteinii* Bernh. ex Hornem., *Centaurea jacea* L., *Cerastium arvense* L., *Chaerophyllum prescottii* DC., *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wolosz.) Klásková, *Coronilla varia* L., *Draba sibirica* (Pallas) Thell., *Dracocephalum thymiflorum* L., *Echinops sphaerocephalus* L., *Echium vulgare* L., *Erigeron acris* L., *Erophila verna* (L.) Bess., *Eryngium planum* L., *Euphrasia stricta* D. Wolff ex J.F. Lehm., *Falcaria vulgaris* Bernh., *Festuca valesiaca* Gaud., *Fragaria viridis* (Duch.) Weston, *Gagea erubescens* (Bess.) Schult. et Schult. fil., *Galium verum* L., *Genista tinctoria* L., *Hieracium umbellatum* L., *Hypericum perforatum* L., *Knautia arvensis* (L.) J.M. Coult., *Lavatera thuringiaca* L., *Myosotis micrantha* Pallas ex Lehm., *Medicago falcata* L., *Nonea pulla* (L.) DC., *Onobrychis viciifolia* Scop., *Picris hieracioides* L., *Pilosella officinarum* F.W. Schultz et Sch. Bip., *Plantago arenaria* Waldst. et Kit., *P. lanceolata* L., *P. media* L., *Poa angustifolia* L., *P. bulbosa* L., *P. compressa* L., *Potentilla argentea* L., *Prunus spinosa* L., *Pulicaria vulgaris* Gaertn., *Ranunculus polyanthemos* L., *Rhamnus cathartica* L., *Rosa canina* L., *R. gorenkensis* Bess., *R. corymbifera* Borkh., *Sedum acre* L., *Senecio jacobaea* L., *Seseli libanotis* (L.) W.D.J. Koch, *Tragopogon dubius* Scop., *T. orientalis* L., *Trifolium fragiferum* L., *Veronica verna* L., *Viscaria vulgaris* Bernh., Из этих видов некоторые отмечены в городе и в культуре: *Acer tataricum*, *Anemone sylvestris*, *Asparagus officinalis*.

3. Виды, аборигенные в южной части Рязанской области, но в Рязани известные только на антропогенных местообитаниях: *Agropyron cristatum* (L.) Beauv., *Alyssum desertorum* Stapf, *Carduus nutans* L., *Crataegus volgensis* Pojark., *Cynoglossum officinale* L., *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski, *Erysimum hieracifolium* L., *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort, *Melampyrum arvense* L., *Melica altissima* L., *Salvia dumetorum* Andrz., *Silene viscosa* (L.) Pers., *Tragopogon podolicus* (DC.) S. Nikit. Некоторые виды известны в Рязани только в культуре и дичающими: *Amygdalus nana* L., *Cerasus fruticosa* Pallas, *Crataegus ambigua* C.A. Mey. ex A. Beck., *C. chlorocarpa* Lenne et C. Koch, *C. monogina* Jacq., *C. pentagyna* Waldst. et Kit. ex Willd, *C. sanguinea* Pallas, *Inula helenium* L., *Iris aphylla* L.

4. Виды «окской флоры», известные в долине Оки в Рязанской области и отмеченные в границах города: *Cynanchum vincetoxicum* (L.) Pers., *Kochia laniflora* (S.G. Gmelin) Borbas, *Ononis arvensis* L., *Serratula coronata* L.*, *Silene procumbens* Murray. К этой группе мы отнесли 12 видов степной зоны (в широком смысле), растущих по берегам водоемов (часто песчаным), заболоченным и засоленным местообитаниям: *Artemisia abrotanum* L., *Bidens radiata* Thuill., *Cyperus fuscus* L., *Gnaphalium rossicum* Kirp., *Juncus inflexus* L., *J. atratus* Krocker, *Lycopus exaltatus* L. fil., *Lythrum virgatum* L., *Peplis alternifolia* Bieb., *Rumex ucranicus* Fisch. ex Spreng., *Salix acutifolia* Willd., *S. vinogradovii* A. Skvorts.

Подробный анализ списка южных видов позволил увидеть некоторые «пробелы» в выявлении флористического состава города. Например, *Bromopsis riparia* (Rehm.) Holub, *Anthyllis macrocephala* Wender., *Myosotis suaveolens* Waldst. et Kit., весьма широко распространенные на правобережье Оки и в южных районах региона, до сих пор не отмечены в Рязани. Один из них – язвенник крупноголовый – известен и севернее, в Мещерских районах, на песках вдоль дорог.

Далее отметим виды, которые также известны в нашем регионе в долине Оки, но не встречены пока в границах Рязани: *Adenophora lilifolia* (L.) A. DC., *Alisma bjorkqvistii* Tzvelev, *Arenaria biebersteinii* Schlecht., *Carex disticha* Huds., *C. melanostachya* Bieb. ex Willd., *Chondrilla juncea* L., *Crypsis alopecuroides* (Piller et Mitterp.) Schrad., *C. schoenoides* (L.) Lam., *Delphinium cuneatum* Steven ex DC., *Eleocharis uniglumis* (Link) Schult., *Eragrostis pilosa* (L.) Beauv., *Euphorbia borodinii* Sambuk, *E. palustris* L., *Ficaria stepporum* P. Smirn., *Fritillaria meleagroides* Patrin ex Schult. et Schult. fil., *Gladiolus imbricatus* L., *Gypsophila paniculata* L., *Helictotrichon pubescens* (Huds.) Pilger, *Hypericum hirsutum* L., *Pedicularis dasystachys* Schrenk, *Pilosella* × *ruprechtii* Arv.-Touv., *Potentilla arenaria* Borkh., *Ranunculus polyphyllus* Waldst. et Kit. ex Willd., *Scabiosa ochroleuca* L., *Scirpus planiculmis* F.W. Schmidt, *Silene chlorantha* (Willd.) Ehrh., *Thesium ebracteatum* Hayne, *Veronica spuria* L., *Vicia biennis* L., *V. pisiformis* L. Эти представители «окской флоры» в основном приурочены к останцам в пойме, обширным окским лугам, нередко, сырым или заболоченным, а также окским берегам. Обнаружение большинства из них в городе мало вероятно, но некоторые (например, *Crypsis alopecuroides*, *Gypsophila paniculata*, *Helictotrichon pubescens*) могут быть обнаружены при более детальном обследовании окской долины.

Известные местонахождения ряда видов, характерных для луговых степей и опушек, не «доходят» до Рязани примерно на 30-40 км: *Adonis vernalis* L.*, *Angelica palustris* (Bess.) Hoffm.*,

Dianthus andrzejowskianus (Zapal) Kulcz.*, *Helianthemum nummularium* (L.) Mill.*, *Malus praecox* (Pallas) Borkh., *Stipa pennata* L.*, *Valeriana dubia* Bunge, *Veratrum nigrum* L., *Verbascum marschallianum* Ivanina et Tzvelev, *Viola accrescens* Klokov.

Мы выделили также группу видов, северная граница естественного ареала которых в нашей области проходит примерно на широте среднего течения р. Проня в Михайловском районе и знаменитых Темгеневских известняков в Сасовском районе (примерно 54,43°с.ш.), то есть по северной границе лесостепной зоны [1]. Они в большинстве своем связаны с петрофитными и реже с песчаными местообитаниями: *Achillea setacea* Waldst. et Kit., *Allium flavescens* Bess.*, *Anthericum ramosum* L.*, *Artemisia armeniaca* Lam.*, *A. latifolia* Ledeb.*, *Aster amellus* L., *Campanula altaica* Ledeb.*, *Carex humilis* Leyss., *C. supina* Wahlenb., *C. tomentosa* L., *Crepis pannonica* (Jack.) C. Koch*, *Echinops ritro* L.*, *Echium russicum* J.F. Gmel., *Elytrigia lolioides* (Kar. et Kir.) Nevski, *Euphorbia subtilis* (Prokh.) Prokh., *Festuca rupicola* Heuff., *Filipendula stepposa* Juz., *Fritillaria ruthenica* Wikstr.*, *Galatella linosyris* (L.) Reichb. fil.*, *G. rossica* Novopokr.*, *Galium octonarium* (Klokov) Soó, *Gypsophila altissima* L.*, *Helictotrichon schellianum* (Hackel) Kitag.*, *Herniaria polygama* J. Gay, *Hieracium virosum* Pallas, *Hierochloë repens* (Host) Beauv., *Hypericum elegans* Steph. ex Willd.*, *Jurinea arachnoidea* Bunge*, *Linum flavum* L.*, *Orobanche purpurea* Jacq., *Oxytropis pilosa* (L.) DC.*, *Polygala sibirica* L.*, *Polygonum alpinum* All.*, *Potentilla humifusa* Willd. ex Schlecht., *Scorzonera stricta* Hornem.*, *Senecio erucifolius* L.*, *S. integrifolius* (L.) Clairv., *S. schvetzovii* Korsh.*, *Serratula lycopifolia* (Vill.) A. Kern.*, *Silene exaltata* Friv., *Spiraea litvinovii* Dobrocz.*, *Stipa capillata* L., *S. dasyphylla* (Czern. ex Lindemann) Trautv.*, *S. pulcherrima* C. Koch*, *S. tirsa* Steven*, *S. zalesskii* Wilensky*, *Trinia multicaulis* (Poir.) Schischk.*, *Verbascum phoeniceum* L., *Veronica jacquinii* Baumg., *Xanthoselinum alsaticum* (L.) Schur*. Эти типичные компоненты классических луговых степей могут быть встречены в Рязани только в качестве случайных редчайших заносов вдоль транспортных путей.

К этой же группе южных видов, обнаружение которых в Рязани крайне мало вероятно, относятся следующие редчайшие лесостепные и степные виды, известные в Рязанской области лишь на крайнем юге: *Aconitum nemorosum* Bieb. ex Reichb.*, *Allium paniculatum* L., *A. strictum* Schrad., *Artemisia sericea* Weber ex Bess., *Astragalus austriacus* Jacq., *A. onobrychis* L.*, *Bupleurum falcatum* L.*, *Centaurea ruthenica* Lam.*, *Euphorbia kaleniczenkii* Czern., *Galatella angustissima* (Tausch) Novopokr.*, *G. villosa* (L.) Reichb. fil.*, *Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski*, *Lathyrus lacteus* (Bieb.) Wissjul., *L. pallescens* (Bieb.) C. Koch, *Melica transsilvanica* Schur., *Orobanche alba* Steph., *O. alsatica* Kirschl., *O. elatior* Sutt., *Potentilla patula* Waldst. et Kit., *Sium sisaroideum* DC., *Spiraea crenata* L.*, *Viola ambigua* Waldst. et Kit.

Некоторые аборигенные лесостепные виды, не отмеченные пока в Рязани, встречаются как в лугово-степных местообитаниях, так и по сухим остепненным борам окской долины, мещерских и северо-восточных районов области: *Centaurea sumensis* Kalen.*, *Cuscuta epithymum* (L.) L., *Dianthus borbasii* Vandas, *Dracocephalum ruyschiana* L.*, *Festuca beckeri* (Hack.) Trautv., *F. pseudovina* Hack. ex Wiesb., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, *Pilosella echioides* (Lumn.) F.W. Schultz et Sch. Bip., *Veronica incana* L.

Заключение. История развития Рязани, близкое расположение с юга границы лесостепной зоны, физико-географические особенности территории города (многочисленные открытые склоны речных долин, балок, пойменные останцы) обусловили создание высокого разнообразия местообитаний, благоприятных для произрастания в городской черте не менее 57% лесостепных и степных видов сосудистых растений от общего состава данной группы. В естественных местообитаниях, лугово-опушечных сообществах встречаются наиболее мезофитные лесостепные виды (*Anemone sylvestris*, *Fragaria viridis*, *Primula veris*, *Salvia pratensis* и др.), а также виды, обладающие широким экологическим диапазоном (*Koeleria cristata*, *Medicago falcata* и др.), на останцах – лесостепные псаммофиты (*Jurinea cyanoides*, *Koeleria glauca*). Около 80 видов, типичных для лугово-степных и степных сообществ, сухих опушек, способны занимать нарушенные местообитания в черте Рязани: сухие луговины вдоль дорог, пустыри в жилых кварталах, залежи, откосы железных дорог. Многие из них проявляют черты эксплерентов. Выявленный нами состав лесостепных и степных видов, отмеченных в регионе на самых южных окраинах, включает преимущественно наиболее ценные, редкие виды, известные во флористически богатых петрофитных лугово-степных урочищах, большинство из них занесено в Красную книгу Рязанской области [12]. Обнаружение их в черте Рязани крайне маловероятно.

Список литературы

1. Казакова М.В. Флора Рязанской области. Рязань: Русское слово, 2004. 388 с.

2. Кауфман Н.Н. Московская флора, или Описание высших растений, и ботанико-географический обзор Московской губернии. М., 1866. 718 с.

3. Литвинов Д.И. Об окской флоре в Московской губернии // Материалы к познанию фауны и флоры Рос. империи. Отд. бот. М., 1899. Вып. 3. С. 1-34.

4. Флеров А.Ф. Окская флора. В 4 ч. // Труды СПб. бот. сада. 1906-1910. Т. 27, Вып. 1-3. 788 с.

5. Данилов В.И. О происхождении окской флоры в Московской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1983. Т. 88, Вып. 3. С. 53-63.

6. Окская флора: Материалы Всероссийской школы-семинара по сравнительной флористике, посвященной 100-летию «Окской флоры» А.Ф. Флерова (23-28 мая 2010 г., Рязань): Труды Рязанского отделения РБО. Вып. 2. Часть 1. / под ред. М.В. Казаковой; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. Рязань, 2010. 212 с.

7. Казакова М.В. Природная флора Рязанской области как основа для разработки мер по сохранению биоразнообразия региона: Автореф. дис. … д-ра биол. наук. М., 2005. 45 с.

8. Казакова М.В., Бирюкова Е.В., Соболев Н.А., Артамонов С.Ю. Исследование фиторазнообразия на территории государственного природного заказника областного значения «Солотчинский парк» как основа мониторинга состояния и динамики его природных комплексов // Вестник Рязанского гос. ун-та имени С.А. Есенина. 2018. № 2. С. 124-139.

9. Казакова М.В., Щербаков А.В. Флористическая изученность муниципальных районов Рязанской области // Труды Рязанского Отд. РБО. Вып. 4: Флористические исследования. Рязань. 2017. С. 84-138.

10. Пастушенко А.Д., Бобылев М.А. Подходы к использованию метода сеточного картографирования урбанофлоры на примере г. Рязани // Картографирование биоты: традиции и актуальные вопросы развития: Материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 85-летию со дня рождения доктора географических наук Алексея Васильевича Белова и доктора биологических наук Валерия Федоровича Лямкина (Иркутск, 10-12 октября 2023 г.) / Под ред. В.М. Плюснина, И.Н. Владимирова. Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2023. С. 76-78.

11. Пастушенко А.Д. Дендрофлора города Рязани: Автореф. дис. … канд. биол. наук. М., 2021. 20 с.

12. Красная книга Рязанской области. Изд. 3-е. / Отв. ред. В.П. Иванчев, М.В. Казакова. Ижевск: ООО «Принт». 2021. 556 с.

УДК 911.2; 551.8
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-190-196

ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ВОСТОЧНОМ ПРИАЗОВЬЕ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ (ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ)

CHANGES IN VEGETATION IN THE EASTERN AZOV REGION IN THE LATE PLEISTOCENE AND HOLOCENE (BASED ON PALYNOLOGICAL DATA)

Борисова О.К.
Borisova O.K.

Институт географии РАН, Москва, Россия
Institute of Geography RAS, Moscow, Russia

E-mail: olgakborisova@gmail.com

Аннотация. Палинологические данные, полученные по пяти разрезам, расположенным в Восточном Приазовье, позволяют заключить, что в течение всего позднего плейстоцена и голоцена эта территория принадлежала к степной зоне. Участие разнотравья в составе степных сообществ и сомкнутость растительности возрастали при потеплении и уменьшении континентальности климата в последнее межледниковье (МИС 5e) и в межстадиальные интервалы валдайской ледниковой эпохи и снижались в криоаридных перигляциальных условиях МИС 2. Роль интразональных лесных сообществ (остепненных сосняков на легких грунтах, байрачных и пойменных лесов, березняков, черноольшаников на участках с повышенным грунтовым увлажнением) была невелика даже в наиболее благоприятных климатических условиях микулинского межледниковья, когда в лесных сообществах принимали участие широколиственные породы (в основном дуб). В межстадиальные потепления валдайской ледниковой эпохи в лесных сообществах встречались древесные породы, ныне распространенные в регионах с континентальным климатом (лиственница, кедровая сосна). Состав пыльцевых спектров и ископаемых флор показывает, что в прибрежной полосе Азовского моря, как и в настоящее время, были широко распространены участки с нарушенным почвенным покровом, в том числе и засоленные. Современная растительность (разнотравно-дерновиннозлаковые степи) сформировалась в течение голоцена при климатических условиях, близких к современным.

Ключевые слова: Восточное Приазовье, пыльцевой анализ, степная растительность, поздний плейстоцен, голоцен.

Abstract. Palynological data from five geological sections located in the Eastern Azov region show that throughout the Late Pleistocene and Holocene this territory belonged to the steppe zone. Participation of forbs in the composition of steppe communities and the density of vegetation increased with warming and a decrease in the climate continentality during the Last Interglacial (MIS 5e) and in the interstadial warmings of the Valdaian Glaciation and decreased in the cryoarid periglacial conditions of MIS 2. The role of intrazonal forest communities (pine forests with steppe elements on sandy soils, *bairak* and floodplain forests, birch forests, black alder woods at the sites with high ground moisture) was small even in the most favourable climatic conditions of the Mikulino Interglacial, when broad-leaved trees (mainly oak) occurred in forest communities. During the interstadial warm phases of the Valdaian Glaciation, tree species that are now common in regions with a continental climate participated in forest communities (larch, Siberian pine). Composition of pollen spectra and fossil floras indicate that in the coastal region of the Sea of Azov the patches with eroded soil were widespread during the entire Late Pleistocene. Modern forb-bunchgrass steppes formed during the Holocene under climatic conditions close to present.

Key words: Eastern Azov Sea region, pollen analysis, steppe vegetation, Late Pleistocene, Holocene.

Введение. Комплексные исследования лёссово-почвенной толщи, широко распространенной в Восточном Приазовье [1-4], показали, что интенсивность процессов лёссонакопления снижалась в межледниковых и межстадиальных условиях, когда преобладали процессы почвообразования, и возрастала в криоаридных условиях ледниковых эпох, и особенно значительно – в поздневалдайское время. Спорово-пыльцевой анализ ископаемых почв и лёссов, вскрывающихся в абразионных береговых уступах Азовского моря (разрезы Беглица и Мелекино на северном побережье Таганрогского залива, Шабельское и Семибалки на его южном побережье), и отложений высокой поймы р. Дон в разрезе Ракушечный Яр позволяет реконструировать основные этапы развития растительности этого региона на протяжении последнего межледниково-ледникового макроцикла и голоцена. Микулинскому межледниковью в исследованных разрезах соответствует салынская палеопочва (ПП) мезинского почвенного

комплекса. Поздним теплым этапам морской изотопной стадии 5 (МИС 5) и потеплениям интерстадиального ранга внутри валдайской ледниковой эпохи (МИС 4-2) соответствуют более или менее выраженные горизонты почвообразования внутри лёссовой толщи [1-4]. Современные почвы (обыкновенные или южные черноземы) сформировались в течение голоцена. Естественная растительность в районе исследований представляет собой разнотравно-дерновиннозлаковые (типчаково-ковыльные) степи [5].

Материалы и методы. В основе реконструкций растительности по данным пыльцевого анализа лежит достаточно тесная связь между количеством растений определенного вида в составе растительности и долей пыльцы этого вида в соответствующих поверхностных (рецентных) пробах. Такое сопоставление для ряда растительных зон было впервые проведено В.П. Гричуком [6], который показал, что в подавляющем большинстве случаев спорово-пыльцевые спектры (СПС) закономерно отражают состав тех растительных сообществ, которые их образовали, и выделил основные зональные типы СПС, в том числе степной тип. Для уточнения интерпретации результатов пыльцевого анализа использованы данные о современных СПС отложений разных генетических типов в Восточном Приазовье [7] и исследования поверхностных проб, отобранных вблизи перечисленных выше разрезов.

В целом для засушливых регионов характерны низкие содержания и плохая сохранность пыльцы. Это связано с относительно низкой пыльцевой продукцией трав и кустарничков и с неблагоприятными для сохранения пыльцевых оболочек физико-химическими и микробиологическими условиями в субаэральных отложениях. В ходе избирательного разрушения наименее стойких пыльцевых зерен происходит «обогащение» СПС пыльцой с более прочной экзиной. Примером такого искажения могут служить СПС лесостепных и степных районов, в которых роль пыльцы злаков занижена по сравнению с пыльцой Asteraceae, Cichoriaceae и Chenopodiaceae, более стойкой к разрушению в субаэральных условиях [8, 9].

При реконструкции доли лесных сообществ в растительном покрове преимущественно безлесных территорий необходимо учитывать вероятность дальнего заноса древесной пыльцы (Arboreal Pollen – AP). Как правило, на безлесных пространствах в группе AP преобладает пыльца сосны и, в меньшей степени, березы. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) отличается чрезвычайно высокой пыльцевой продукцией, а ее пыльца может переноситься ветром на десятки и даже сотни километров. Содержание пыльцы сосны в некоторых исследованных нами образцах достигает 40-45% от общей суммы пыльцы и спор, однако даже такая большая ее доля в СПС сама по себе не является доказательством локального присутствия сосны. Если же высокие содержания пыльцы сосны сопровождаются находками пыльцы и спор растений, характерных для подлеска и наземного покрова сосняков, являющихся локальными компонентами СПС, можно с большой долей уверенности говорить о присутствии сосновых лесов в окрестностях разреза.

Специальные исследования состава поверхностных проб [10] показали, что пыльца широколиственных пород почти полностью оседает непосредственно под кронами деревьев. В подзоне разнотравно-дерновиннозлаковых степей широколиственные породы (дуб, липа, вяз и др.) растут в байрачных лесах, которые встречаются небольшими участками в верховьях крупных балок, и на высоких поймах рек. Доля таких лесов в растительном покрове невелика, поэтому даже единичные находки пыльцы широколиственных пород в исследованных разрезах можно считать признаком наличия байрачных лесов на окружающей разрез территории. Пыльца травянистых растений и споры папоротников выпадают в основном в непосредственной близости от места их произрастания, и лишь незначительная их часть переносится по воздуху на небольшие расстояния (до нескольких сотен метров) [11]. Насекомоопыляемые растения дают на несколько порядков меньше пыльцы, чем ветроопыляемые, и их тяжелая крупная пыльца почти не разносится по воздуху.

Рассмотренные выше особенности формирования СПС учитывались при реконструкциях основных этапов развития растительности в данном регионе.

Результаты исследований и их обсуждение. В салынской ПП в разрезе Беглица AP составляет около 10% от СПС и принадлежит главным образом сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris*). В небольшом количестве обнаружена также пыльца березы, ольхи, дуба и единично – ели и кедровой сосны (*Pinus* s/g *Haploxylon*) *(рисунок 1)*. В группе пыльцы трав и кустарничков (Non-Arboreal Pollen – NAP) наиболее обильна пыльца растений из семейств Asteraceae, Cichoriaceae и Chenopodiaceae, довольно многочисленна пыльца злаков и полыней. Встречается разнообразная пыльца лугового и степного разнотравья – растений из семейств яснотковых

(губоцветных), гречишных, капустных (крестоцветных), бурачниковых, розоцветных и др. Обнаружена также пыльца мордовника (*Echinops*) – типичного растения степной зоны, обитающего на лугах по берегам рек, на опушках среди кустарников, по склонам холмов и в оврагах. Находки пыльцы галофитов из сем. Plumbaginaceae говорят о наличии участков с засоленными почвами вблизи разреза. В целом полученные данные указывают на господство степной растительности, близкой к современным разнотравно-дерновиннозлаковым степям. Лесные ассоциации в это время, вероятно, играли небольшую роль и были сосредоточены в речных долинах и по днищам балок (пойменные и байрачные леса); сосновые боры, возможно, занимали песчаные массивы на речных террасах на небольшом удалении от разреза, однако значительная часть пыльцы сосны может быть продуктом дальнего ветрового заноса.

В салынской ПП в разрезе Мелекино пыльца древесных пород составляет около половины СПС и в основном принадлежит сосне. Кроме того, обнаружена пыльца ели, широколиственных пород (дуба, вяза, лещины), березы, ивы и (единично) пихты. Среди трав и кустарничков наиболее обильна пыльца злаков, полыней и других растений из семейства астровых, а также цикориевых. Довольно многочисленна пыльца маревых и розоцветных. Пыльца разнотравья здесь очень разнообразна: представлены семейства яснотковых (губоцветных), гречишных, мареновых, гвоздичных, капустных, бурачниковых, сельдерейных (зонтичных) и др. Большая часть пыльцы полыней в этом горизонте относится к *Artemisia* s/g *Seriphidium* – к подроду, характерному для зоны степей. Находки пыльцы васильков, подорожников и молочайных также указывают на развитие степной растительности, близкой к современным разнотравно-типчаково-ковыльным степям, в данном регионе в микулинское межледниковье. Смешанные леса с участием широколиственных пород в это время играли небольшую роль в растительном покрове (пойменные и байрачные леса). В верхней части мезинского почвенного комплекса содержание древесной пыльцы увеличивается до 70%, однако она представлена почти исключительно пыльцой сосны. Помимо пыльцы *Pinus sylvestris* здесь обнаружены только единичные пыльцевые зерна ивы, ели и пихты. Изменения в составе NAP включают в себя сокращение доли пыльцы злаков и полыней при возрастании содержаний пыльцы семейств астровых, цикориевых и маревых. Значительно сокращается обилие и разнообразие пыльцы разнотравья. Здесь же встречена пыльца мордовника. В целом, описанные изменения в составе спектров можно интерпретировать как смену богаторазнотравных степей бедноразнотравными степями. Роль лесных сообществ снижалась по сравнению с ранней (собственно межледниковой) фазой, по-видимому, вследствие иссушения климата.

В СПС салынской ПП в разрезе Шабельское содержание NAP составляет почти 80%. Среди AP преобладает пыльца сосны, которая составляет около 18% СПС. Кроме того, присутствует пыльца березы и единичные пыльцевые зерна ольхи, лещины и ели. В группе NAP преобладает пыльца маревых, полыней и других растений из семейства астровых, а также злаков. Для данного горизонта характерно большое разнообразие состава травянистых растений: пыльца разнотравья составляет почти 20% СПС. Наиболее многочисленны представители семейств гречишных, сельдерейных, лютиковых и капустных. В этом же слое обнаружена пыльца василька, мордовника, подорожника, видов семейства мальвовых и некоторых других представителей лугового и степного разнотравья.

В СПС из салынской ПП в разрезе Семибалки AP составляет около 45%. Как и в разрезе Шабельское, в группе AP господствует пыльца сосны: ее содержание достигает 40% от общей суммы пыльцы наземных растений. Здесь обнаружены также единичные пыльцевые зерна березы, вяза и клена. Среди NAP наиболее многочисленна пыльца полыней (около 20% спектра) и цикориевых (16%). Различия в составе СПС салынской ПП в разрезах Шабельское и Семибалки могут отчасти объясняться локальными особенностями состава растительности в эпоху микулинского межледниковья. Так, например, обилие пыльцы маревых в разрезе Шабельское может быть связано с наличием засоленных, песчаных или эродированных участков, благоприятных для их расселения, в окрестностях разреза. Обнаруженная здесь пыльца галофитов из семейства свинчатковых (Plumbaginaceae) подтверждает наличие засоленных почв. С другой стороны, высокое содержание пыльцы растений из семейства цикориевых может указывать на искажение СПС салынской ПП в разрезе Семибалки из-за избирательного постседиментационного разрушения менее прочной пыльцы.

В пыльцевых комплексах из валдайского горизонта лёссов в разрезе Мелекино отмечены низкие содержания *AP (рисунок 1)*. Эта группа представлена в основном пыльцой сосны, которая составляет около 15% СПС. В небольшом количестве встречается пыльца других хвойных пород

(ели, пихты и лиственницы) и относительно холодостойких мелколиственных деревьев и кустарников (березы, ольхи, ивы). Среди NAP преобладает пыльца полыней, других представителей семейства астровых, злаков и разнотравья, причем состав разнотравья здесь значительно беднее, чем в салынской ПП в этом разрезе. В валдайском горизонте лёсса нередко встречается пыльца растений из сем. Plumbaginaceae, которое включает в себя многие галофильные виды растений. Для СПС валдайских лёссов в разрезе Семибалки характерны крайне низкие содержания AP (менее 10%), причем здесь обнаружена только пыльца сосны и березы, способная к дальнему переносу по воздуху. Среди NAP резко преобладает пыльца цикориевых. Поскольку в современной растительности умеренного пояса Евразии отсутствуют зональные растительные формации, доминантами которых являлись бы виды сем. Cichoriaceae, можно предположить, что такие спектры являются селективными и не вполне отражают состав растительности времени формирования отложений. Из травянистых растений, сравнительно велика также доля пыльцы полыней и маревых.

В средней части валдайского горизонта лёсса в разрезе Семибалки обнаружен слой с повышенным содержанием пыльцы сосны (около 40% СПС). Как и в верхней части валдайского горизонта, в группе NAP здесь доминирует пыльца цикориевых, однако доля пыльцы злаков и разнотравья несколько выше. Возможно, эти особенности спектра отражают этап распространения более мезофильной степной растительности внутри валдайской ледниковой эпохи, связанный с некоторым смягчением аридности климата. Результаты пыльцевого анализа валдайских лёссов в разрезе Беглица также показали резкое преобладание NAP (более 80% СПС). Состав AP беден (доминирует пыльца сосны, пыльца березы и ивы немногочисленна). Из травянистых растений в большом количестве обнаружена пыльца маревых, полыней и злаков. Обилие пыльцы маревых и присутствие пыльцы свинчатковых позволяет предположить существование участков с засоленными почвами. Для слоев лёсса обычна также пыльца Asteraceae, Brassicaceae, Apiaceae, Rubiaceae и других представителей разнотравья.

Описанные спектры, безусловно, относятся к степному типу и позволяют заключить, что в ледниковую эпоху позднего плейстоцена в этом регионе распространялись растительные формации, близкие к современным сухим степям, в которых лесные сообщества играли незначительную роль. В настоящее время полынно-дерновиннозлаковые сухие степи распространены вдоль западного побережья Азовского моря [5]. В растительном покрове участвовали также сообщества из ксерогалофильных видов растений и луговые фитоценозы.

Состав СПС в слоях с более или менее ярко выраженными признаками почвообразования, обнаруженных в толще валдайских лёссов, отличается более высокими содержаниями пыльцы деревьев – преимущественно сосны, реже – березы и ольхи и единично – широколиственных пород деревьев *(рисунок 1)*. В разрезах Беглица и Мелекино в слабо развитых почвах, образовавшихся в интерстадиальные потепления эпохи последнего оледенения, в небольшом количестве обнаружена пыльца сибирского кедра, лиственницы и пихты – видов, весьма характерных для флор позднего валдая более северных районов перигляциальной области. Обилие NAP, разнообразие пыльцы разнотравья, в том числе находки пыльцы васильков, подорожника, валерианы, мордовника, льна и др., и своеобразный состав лесных сообществ показывают, что в условиях интерстадиальных потеплений в Восточном Приазовье господствовала степная растительность, близкая к современной, возможно, при небольшом повышении увлажнения и более высокой континентальности климата.

В пыльцевом комплексе голоценовой почвы в разрезе Беглица NAP составляет более 80%. В группе AP, как и в остальной части этого разреза, доминирует пыльца сосны, присутствуют редкие пыльцевые зерна березы и ивы. Среди NAP преобладает пыльца маревых, полыней, других растений из семейства астровых и злаков. Многочисленна также пыльца гречишных, капустных и бобовых. Общий состав и обилие пыльцы травянистых растений, большое морфологическое разнообразие пыльцы разнотравья, находки пыльцы васильков, подорожника и хвойника указывают на господство ксерофильной растительности современного облика – разнотравно-дерновиннозлаковых степей – на данной территории в голоцене.

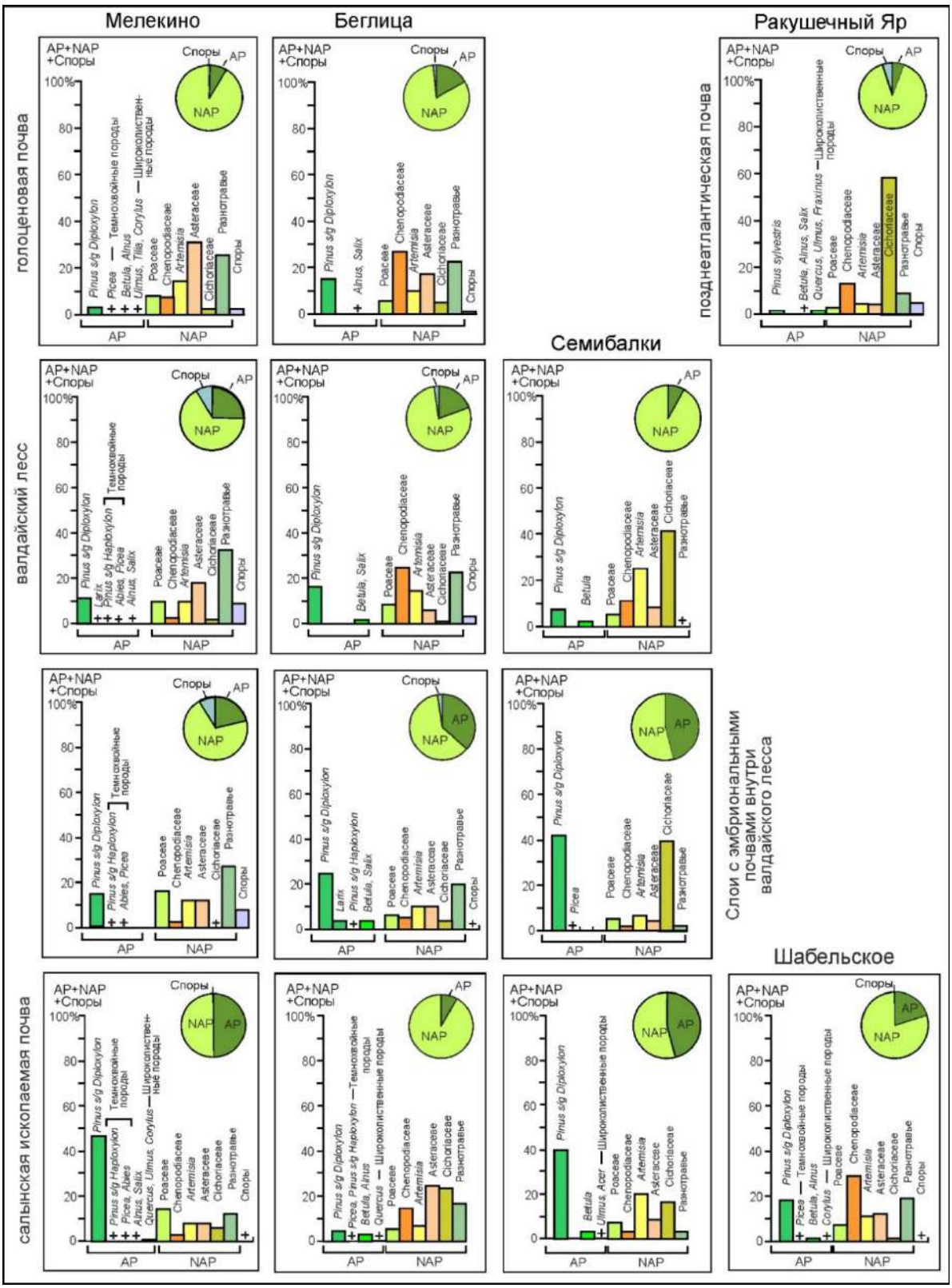


Рисунок 1. Палинологическая характеристика основных горизонтов лёссово-почвенной серии позднего плейстоцена и голоцена по разрезам Восточного Приазовья.

Особенным обилием двудольного разнотравья выделяется голоценовая почва в разрезе Мелекино: пыльцевая флора включает более 20 семейств травянистых растений, причем многие из них представлены несколькими морфологическими типами пыльцы. В целом преобладает пыльца Asteraceae, которая составляет здесь до 30% СПС. Степной облик СПС подчеркивается присутствием пыльцы растений, которые, не являясь компонентами собственно степных (плакорных) сообществ, тем не менее, распространены почти исключительно в зоне степей:

хвойника (*Ephedra*) – растения, характерного для сухих склонов, песчаных и каменистых грунтов; мордовника (*Echinops*), обитающего по берегам рек на лугах, среди кустарников, по оврагам и склонам. Значительная часть пыльцы полыней относится к подроду *Seriphidium*. Присутствие пыльцы галофитов из сем. Plumbaginaceae свидетельствует о наличии участков с засоленными почвами вблизи разреза. СПС голоценовой почвы в разрезе Мелекино отличаются от спектров почвы последнего межледниковья значительно меньшим содержанием пыльцы деревьев, среди которой по-прежнему преобладает пыльца сосны.

Подробное палинологическое исследование разреза Ракушечный Яр, расположенного в нижнем течении р. Дон [2, 12], позволило проследить последовательность изменений в составе растительности, происходивших в течение голоцена. Наиболее прохладные климатические условия за весь промежуток времени, охваченный этим разрезом, существовали в конце бореального периода, когда на окружающей территории существовали степи с небольшими участками сосновых и березовых лесов. Последующее потепление при одновременном увеличении количества атмосферных осадков и снижении степени континентальности климата способствовало возрастанию роли двудольного разнотравья в степных сообществах, распространению широколиственных пород и их внедрению в состав интразональных (байрачных и пойменных) лесов. В атлантическое время происходило развитие разнотравно-дерновиннозлаковых степей в сочетании с лугами и пойменными широколиственными и черноольховыми лесами при сокращении роли березовых и сосновых лесов. Наиболее благоприятные климатические условия сложились на рубеже атлантика и суббореала, благодаря увеличению океаничности и влажности климата, возможно, за счет некоторого снижения летних температур. В этот период (климатический оптимум голоцена) здесь существовали богаторазнотравно-дерновиннозлаковые степи, широколиственные пойменные и байрачные леса наиболее разнообразного состава. Увеличение континентальности и засушливости климата в суббореале привело к почти полному исчезновению лесных сообществ и распространению более ксерофильного варианта степей на данной территории. Современный облик растительности (разнотравно-злаковые степи в сочетании с интразональными лесными, кустарниковыми и луговыми сообществами) сложился в субатлантический период голоцена при климатических условиях, близких к современным.

Выводы. Полученные палинологические данные позволяют заключить, что на всем протяжении последнего межледниково-ледникового макроцикла и голоцена территория Восточного Приазовья принадлежала к степной зоне, несмотря на отмеченные изменения доли лесных сообществ в растительном покрове. При снижении континентальности климата в микулинское межледниковье возрастала доля разнотравья в степной растительности и увеличивалась ландшафтная роль интразональных лесных сообществ, в составе которых принимали участие широколиственные породы. В валдайскую ледниковую эпоху в криоаридных климатических условиях была распространена своеобразная растительность открытого типа – перигляциальная степь. В межстадиальные потепления в интразональных лесных сообществах встречались лиственница и кедровая сибирская сосна, что указывает на бóльшую континентальность климата по сравнению с современной. Состав пыльцевых спектров и ископаемых флор позднего плейстоцена показывает, что, как и в настоящее время, в прибрежной полосе Азовского моря были широко распространены участки с нарушенным почвенным покровом, в том числе и засоленные. Современная растительность (разнотравно-дерновиннозлаковые степи) сформировалась в течение голоцена при климатических условиях, близких к современным.

Список литературы

1. Величко А.А., Морозова Т.Д., Борисова О.К., Тимирева С.Н., Семенов В.В., Кононов Ю.М., Титов В.В., Тесаков А.С., Константинов Е.А., Курбанов Р.Н. Становление зоны степей юга России (по материалам строения лессово-почвенной формации Доно-Азовского региона) // Доклады Академии наук. 2012. Т. 445. № 4. С. 464-467.

2. Величко А.А., Борисова О.К., Морозова Т.Д., Тимирева С.Н. Новые данные об изменениях климата и ландшафтов в Нижнедонской степной провинции в голоцене // Известия РАН. Серия географическая. 2014. № 6. С. 75-90.

3. Величко А.А., Борисова О.К., Захаров А.Л., Кононов Ю.М., Константинов Е.А., Курбанов Р.Н., Морозова Т.Д., Панин П.Г., Тимирева С.Н. Смена ландшафтных обстановок на юге Русской равнины в позднем плейстоцене по результатам исследования лёссово-почвенной серии Приазовья // Известия РАН. Серия географическая. 2017. № 1. С. 74-83.

4. Величко А.А., Борисова О.К., Кононов Ю.М., Константинов Е.А., Курбанов Р.Н., Морозова Т.Д., Панин П.Г., Семенов В.В., Тесаков А.С., Тимирева С.Н. и др. Реконструкция событий позднего плейстоцена в перигляциальной зоне юга Восточно-Европейской равнины // Доклады Академии наук. 2017. Т. 475. № 4. С. 448-452.

5. Растительность Европейской части СССР / Под ред. С.А. Грибовой, Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко. Л.: Наука, 1980. 429 с.

6. Гричук В.П. Опыт характеристики состава пыльцы и спор в современных отложениях различных растительных зон Европейской части СССР // Проблемы физической географии. 1942. Вып. II. С. 101-129.

7. Дюжова К.В. Палеогеографическая реконструкция Азовского бассейна в голоцене по данным палинологического анализа // Автореф. дисс.… канд. геогр. наук. Мурманск, 2013. 25 с.

8. Исаева-Петрова Л.С. Предварительные результаты палинологического исследования почв Центрально-Черноземного заповедника // Биота основных геосистем Центральной лесостепи. М.: ИГ АН СССР, 1976. С. 62-73.

9. Zelikson E.M. On the palynological characteristic of Late Valdai loesses in the centre of Russian Plain // Annales Univ. M. Curie-Skłodowska. Sect. B. 1986. V. XLI (8). P. 137-148.

10. Федорова Р.В. Количественные закономерности распространения пыльцы древесных пород воздушным путем // Труды Ин-та географии АН СССР. 1952. Т. 52 (Мат-лы по геоморфологии и палеогеографии СССР. Вып. 7). С. 91-103.

11. Федорова Р.В., 1956. Рассеивание воздушным путем пыльцы некоторых травянистых растений. Известия АН СССР, Серия геогр. № 1. С. 104-109.

12. Борисова О.К. Результаты палинологических исследований разреза Ракушечный Яр – 2009 // Археологические записки. 2011. Ростов-на-Дону: Донское археологическое общество. Вып. 7. С. 5-13.

УДК 582.542.11(574.1)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-197-204

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ ДЕРНОВИННО-ЗЛАКОВЫХ СТЕПЕЙ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

GEOGRAPHICAL ANALYSIS OF THE FLORA OF THE TURF-GRASS STEPPES OF THE WEST KAZAKHSTAN REGION

Бохорова С.Н.
Bokhorova S.N.

Западно-Казахстанский университет им. М. Утемисова, Уральск, Казахстан
Makhambet Utemisov West Kazakhstan University, Uralsk, Kazakhstan

E-mail: b_sveta_n@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается флористический состав дерновинно-злаковых степей Западно-Казахстанской области и приводится ее географический анализ. В результате исследований отметили 457 видов растений, которые относятся к 48 семействам и 224 родам. Наибольшее число видов приходится на долю Angiospermatophyta – 455 видов (99,6%), из них 379 (83,3%) являются представителями класса Eudicots и только 76 (16,7%) относятся к классу Monocots. Среди семейств на первом месте Asteraceae – 80 видов (17,5%).

Географический анализ показывает преобладание голарктического типа ареала – 160 видов (35%). На втором месте виды европейского типа ареала – 118 видов (25,8%). Представители древнесредиземноморского типа ареала располагаются на третьем месте – 106 видов (23,2%). Туранский тип ареала включает 31 вид (6,8%). Из них наибольшую часть представляют арало-каспийские виды – 19 (4,2%), которые широко распространены на каменистых склонах меловых массивов Общего Сырта и Подуральского плато. Нижневолжские виды распространены по отрогам Подуральского плато. Прикаспийские виды встречаются по солонцам, солончакам и сорам. Среди адвентивных видов основная доля принадлежит классу Magnoliopsida – 41 вид (97,6%). Среди 457 изученных видов, 51 вид (11%) относится к редким видам.

Ключевые слова: степь, флористический анализ, географический анализ, адвентивные виды, редкие виды.

Abstract. The article examines the floral composition of the turf-grass steppes of the West Kazakhstan region and provides its geographical analysis. As a result of the research, we have noted 457 plant species that belong to 48 families and 224 genera. Angiospermatophyta accounts for the largest number of species – 455 species (99.6%), of which 379 species (83.3%) are representatives of the Eudicots class and only 76 species (16.7%) belong to the Monocots class. Among the families, Asteraceae occupies the first place – 80 species (17.5%).

Geographical analysis shows the predominance of the Holarctic type of habitat – 160 species (35%). In second place are the species of the European type of habitat – 118 species (25.8%). Representatives of the ancient Mediterranean type of the area are in third place – 106 species (23.2%). The Turanian type of habitat includes 31 species (6.8%). Of these, the largest part is represented by the Aral-Caspian species – 19 (4.2%), which are widely distributed on the rocky slopes of the Cretaceous massifs of the Obshche Syrt and the Poduralsky plateau. The Lower Volga species are distributed along the spurs of the Poduralsky plateau. Caspian species are found in salt flats, salt marshes and sores. Among the adventitious species, the main share belongs to the Magnoliopsida class – 41 species (97.6%). Among the 457 species studied, 51 species (11%) belong to rare species.

Key words: steppe, floristic analysis, geographical analysis, adventive species, rare species.

Введение. Исследуемая территория, согласно геоботаническому районированию Е.М. Лавренко (1991), относится к Евразиатской степной области, Причерноморско – Казахстанской подобласти [1]. В пределах Западно-Казахстанской области (ЗКО) с севера на юг выделены широтные полосы или подзоны: разнотравно-дерновиннозлаковая, дерновиннозлаковая, опустыненная полынно-дерновиннозлаковая. Северная часть ЗКО расположена в Ергенинско-Заволжской подпровинции (Ергенинско-Заволжские разнотравно-дерновинно-злаковые степи), а южная – в Зауральско-Тургайской (Западно-Казахстанской) подпровинции (Западно-казахстанские дерновинно-злаковые степи).

Северная граница разнотравно-дерновинно-злаковых степей проходит от Еруслана, через верховья р. Большой и Малый Узень *(рисунок 1)*, далее по отрогам Общего Сырта до г. Ичка, отсюда на п. Илек, прорезая водораздел р. Илек до города Актюбинска.

Южная граница дерновинно-злаковых степей начинается в междуречье Узеней и направляется к водоразделу р. Кушум и р. Урал, огибает озеро Шалкар и проходит к Джамбейте к верховьям Уила и Эмбы. Южнее этой границы распространены опустыненные полынно-дерновиннозлаковые степи [2-4].

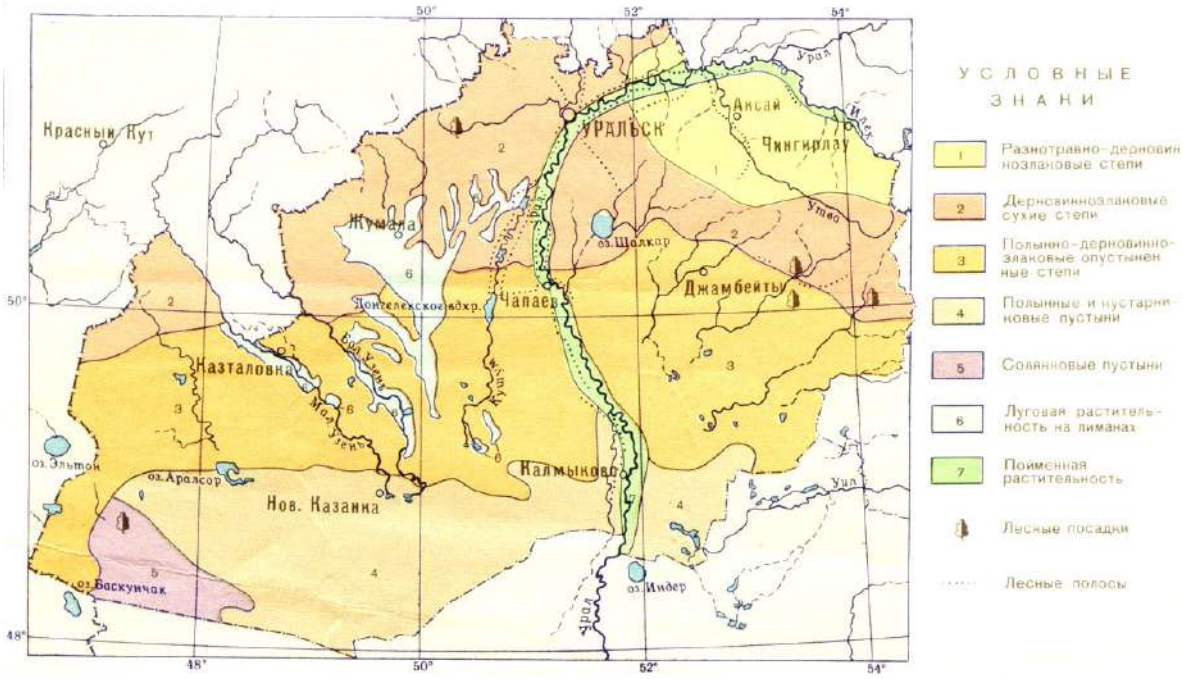


Рисунок 1. Карта растительности Западно-Казахстанской области.

Район исследования охватывает административные границы Западно-Казахстанской области (ЗКО) между 47°56′ и 51°46' с.ш., а также между 46°29' и 54°35' в.д. В пределах исследуемой территории выделяются следующие равнинные морфосистемы: Общий Сырт с высшей точкой 252 м, Подуральское плато – 263 м, Предсыртовый уступ – 120 м, Прикаспийская низменность с отметками от 20 до 50 м, солянокупольные поднятия от 70 до 90 м, песчаные массивы правобережья и левобережья реки Урал, солончаки, соры и другие депрессии с глубиной от 2 до 6 м [5].

В почвенном покрове района исследования, по данным М.М. Фартушиной (1998) на территории ЗКО с севера на юг прослеживается зональный ряд: черноземы – каштановые (темно-каштановые, каштановые, светлокаштановые) почвы [6]. Для почвенного покрова ЗКО характерна комплексность, кроме зональных почв здесь встречаются солончаки, солонцеватые и солончаковатые почвы.

Почвы формируются на глинистых, суглинистых делювиальных отложениях, а также на отложениях мела, песчаных пород мелового возраста и на третичных соленосных глинах. В связи с разнообразием почвообразующих пород, а также условий микрорельефа в Прикаспийской низменности, а также макрорельефа на Общем Сырте и Подуральском плато, растительный покров дерновинно-злаковых степей отличается большой пестротностью.

Материалы и методы. Работы по изучению флоры проводились маршрутным методом (в 2004-2018 гг.) в сочетании со стационарными исследованиями на ключевых участках разнотравно-дерновинно-злаковых степей. Сбор и обработка гербарного материала проводились по общепринятым методам [7, 8]. Для определения растений использовали «Флора СССР» (тт 1-30, 1934-1964 гг.), «Флора Казахстана» (тт 1-9, 1956-1967 гг.), Иллюстрированный определитель Казахстана (т 1-2, 1969-1972 гг.), определители В.В. Иванова (1964-1984 гг.), Флору средней полосы европейской части России [8-12]. Список флоры составлен в соотвествии с системой Тахтаджяна (1997) [13]. Для уточнения видовых и родовых названий использовались новейшие сводки С.К. Черепанова (1995), С.А. Абдулиной (1999) и современная таксономическая система Angiosperm Phylogeny Group (2009) [14-16]. При проведении географического анализа мы выделили 7 типов ареалов, в них различаем классы, некоторые, подразделяем на группы [17-19].

Результаты и их обсуждение. В результате наших исследований мы отметили 457 видов растений. Таксономический анализ выявил присутствие 48 семейств и 224 родов. Соотношение крупных таксономических групп показывает, что наибольшее число видов приходится на долю *Angiospermatophyta* – 455 видов (99,6%), из них 379 вид (83,3%) являются представителями класса *Eudicots* и только 76 вида (16,7%) относятся к классу *Monocots (таблицы 1, 2)*.

Таблица 1

Соотношение основных таксономических групп растений во флоре дерновинно-злаковых степей ЗКО

Группы растений	Виды		Роды		Семейства	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Gymnospermatophyta	2	0,4	2	0,9	2	4,2
Angiospermatophyta в том числе:	455	99,6	222	99,1	46	95,8
Monocots:	76	16,7	37	16,4	9	18,7
Eudicots:	379	83,3	185	82,7	37	77,1

Небольшую долю растений составляют представители *Gymnospermatophyta* – 2 вида (0,4%).

Таблица 2

Семейства классов Monocots и Eudicots (по системе APG III, 2009 г.)

Группы растений	Виды		Роды	
	абс.	%	абс.	%
Monocots:				
Juncaginaceae	2	2,6	1	2,7
Poaceae	44	58	25	67,6
Cyperaceae	5	6,6	2	5,4
Juncaceae	2	2,6	1	2,7
Liliaceae	8	10,5	3	8,1
Alliaceae	8	10,5	1	2,7
Asparagaceae	5	6,6	2	5,4
Iridaceae	1	1,3	1	2,7
Orchidaceae	1	1,3	1	2,7
Eudicots:				
Cannabaceae	1	0,3	1	0,5
Santalaceae	2	0,5	1	0,5
Polygonaceae	8	2,1	5	2,7
Amaranthaceae	56	14,8	20	10,8
Caryophyllaceae	23	6,0	7	3,8
Ranunculaceae	8	2,1	6	3,2
Papaveraceae	1	0,3	1	0,5
Brassicaceae	34	9	26	14,1
Resedaceae	1	0,3	1	0,5
Crassulaceae	3	0,8	2	1,1
Rosaceae	12	3,2	6	3,2
Fabaceae	38	10	15	8,1
Linaceae	2	0,5	1	0,5
Zygophyllaceae	2	0,5	1	0,5
Nitrariaceae	1	0,3	1	0,5
Polygalaceae	1	0,3	1	0,5
Euphorbiaceae	4	1,0	1	0,5
Hypericaceae	1	0,3	1	0,5
Malvaceae	1	0,3	1	0,5

Группы растений	Виды		Роды	
	абс.	%	абс.	%
Frankeniaceae	2	0,5	1	0,5
Tamaricaeae	3	0,8	1	0,5
Violaceae	1	0,3	1	0,5
Elaeagnaceae	2	0,5	1	0,5
Apiaceae	16	4,2	10	5,4
Primulaceae	3	0,8	2	1,1
Plumbaginaceae	8	2,1	2	1,1
Apocynaceae	3	0,8	1	0,5
Convolvulaceae	3	0,8	2	1,1
Boraginaceae	13	3,4	8	4,3
Lamiaceae	14	3,7	8	4,3
Solanaceae	3	0,8	2	1,1
Scrophulariaceae	16	4,2	7	3,8
Plantaginaceae	5	1,3	2	1,1
Rubiaceae	4	1,0	2	1,1
Caprifoliaceae	3	0,8	3	1,6
Campanulaceae	1	0,3	1	0,5
Asteraceae	80	21,1	33	18,3

Ведущие по числу семейства флоры дерновинно-злаковых степей ЗКО насчитывают 334 вида, что составляет 73% от общего числа видов. Первое место занимает Asteraceae – 80 видов (17,5%). Высокое положение этого семейства связано с большим разнообразием видов, представленных в степном разнотравье. На втором месте Amaranthaceae – 56 видов (12,3%), это свидетельствует об аридности исследуемой территории. На третьем месте Poaceae – 44 вида (9,6%). Это семейство является наиболее типичным для степной зоны. Значительным числом видов представлено семейство Fabaceae – 38 видов (8,3%). Высокая численность его обеспечивается родом *Astragalus* (13 видов), который в засушливых климатических условиях достигает наибольшего видового разнообразия. На четвертом месте Brassicaceae – 34 вида (7,4%).

Доминирующими по числу родов являются 160 родов, что составляет 71,2% от общего количества родов. В состав флор дерновинно-злаковых степей ЗКО входят 10 крупных родов из 6 семейств, они представлены в *таблице 3*.

Таблица 3 демонстрирует, что лидирующим семейством по-прежнему остается Asteraceae – 33 рода (15,1%). На втором месте находится семейство Brassicaceae – 26 родов (11,6%), на третьем месте Poaceae – 25 родов (11,1%). На 4 и 5 месте Amaranthaceae и Fabaceae, по 20 (8,9%) и 15 (6,7%) родов соответственно.

Таблица 3

Крупнейшие роды во флоре дерновинно-злаковых степей ЗКО

Род	Число видов		Место
	абс.	%	
Astragalus	13	2,8	1
Artemisia	11	2,4	2
Allium	8	1,8	3
Atriplex	8	1,8	
Salsola	8	1,8	
Silene	8	1,8	
Dianthus	7	1,5	4
Gallatella	7	1,5	
Limonium	7	1,5	
Suaeda	7	1,5	

Наибольшее число видов – 13 (2,8%) содержит род *Astragalus*, ему немного уступает *Artemisia* – 11 видов (2,4%). На третьем месте размещаются 4 рода – *Allium, Atriplex, Salsola и Silene,* которые содержат по 8 видов (по 1,8%). Видовое разнообразие этих родов связано с влиянием на формирование флоры степей аридных районов Средней и Центральной Азии, где наблюдается наибольшее видовое разнообразие данных родов. Крупнейшие роды включают 84 вида, что составляет 18,4% от общего числа растений флоры дерновинно-злаковых степей ЗКО.

В исследуемом регионе мы выделяем 7 типов ареалов *(таблица 4)*.

Таблица 4

Географический спектр флоры дерновинно-злаковых степей ЗКО

Название ареалов	Число видов	
	абс.	%
1. Голарктический тип ареалов	160	35
Голарктический	37	8,3
Палеоарктический	1	0,2
Евразиатский	72	15,8
Евросибирский	18	3,9
Азиатский	5	1,1
Сибирский	5	1,1
Южно-уральский	1	0,2
Восточно-европейско-казахстанский	4	0,9
Понтическо-заволжско-казахстанский	17	3,7
2. Европейский тип ареалов	118	25,8
Европейский	19	4,2
Понтический	68	14,9
Сарматский	3	0,7
Сарматско-понтический	1	0,2
Восточно-европейский	4	0,9
Волго-донский	1	0,2
Среднеземноморско-понтический	1	0,2
Бореальный	1	0,2
Американо-европейский	1	0,2
Заволжско-казахстанский	16	3,5
Заволжский	2	0,4
Средневолжский	1	0,2
3. Древнесредиземноморский	106	23,2
Восточно-средиземноморский	4	0,9
Сахаро-гобийский	1	0,2
Восточно-понтический	5	1,1
Центрально-азиатский	1	0,2
Центрально-азиатско-понтический	1	0,2
Древнесредиземноморский	93	20,4
Понтико-центрально-азиатский	1	0,2
4. Средиземноморский тип ареалов	29	6,3
5. Туранский тип ареалов	31	6,8
Волго-Уральский	1	0,2
Арало-Каспийский	19	4,2
Нижневолжский	5	1,1
Прикаспийский	5	1,1
Нижневолжско-прикаспийский	1	0,2
6. Плюрегиональный	10	2,2
7. Американский	3	0,7
Американский	1	0,2
Северо-американский	2	0,4

Наиболее существенная доля принадлежит голарктическому типу ареала – 160 видов (35%): *Artemisia campestris* L., *Onopordum acanthium* L., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Cardaria repens* (Schrenk) Jarm., *Vexibia alopecuroides* L., *Elaeagnus angustifolia* L. и др. Преобладание видов голарктического типа ареала объясняется широким распространением степной зоны с ее подзонами.

На втором месте виды европейского типа ареала – 118 видов (25,8%). Среди них можно отметить *Leymus arenarius* (L.) Hochst., *Carduus acanthoides* L., *Aster amellus* L., *Campanula sibirica* L., *Veronica prostrata* L. и др.

Представители древнесредиземноморского типа ареала располагаются на третьем месте – 106 видов (23,2%). К видам древнесредиземноморского типа ареала относятся плотнодерновинные и дерновинные злаки такие как: *Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski*, Stipa capillata* L., *S. lessingiana* Trin. et Rupr.*, S. sareptana* A. Beck*, S. pennata* L.*, S. zalesskii* Wilensky, *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult. и др.

В туранский тип ареала входят: Волго-Уральский (1 вид – *Koeleria sclerophylla* P. Smirn.), Арало-Каспийский (19 видов), Нижневолжский (5 видов), Прикаспийский (5 видов), Нижневолжско-прикаспийский (1 вид – *Artemisia pauciflora* Web*)*. Всего 31 вид, или 6,8% от всей флоры. Наибольшую часть представляют арало-каспийские виды – 19 (4,2%), которые широко распространены на каменистых склонах меловых массивов Общего Сырта и Подуральского плато (*Rheum tataricum* L. fil., *Atriplex pungens* Trautv., *Anabasis cretacea* Pall. и др.)

К нижневолжским видам относятся (*Crambe aspera* Bieb., *C. litvinowiii* K. Gross, *C. tatarica* Sebeok., *Galatella trinervifolia* (Less.) Novopokr.) виды, распространенные по отрогам Подуральского плато.

Прикаспийские виды встречаются по солонцам, солончакам и сорам (*Suaeda dendroides* (C. A. Mey.) Moq., *Climacoptera crassa* (Bieb.) Botsch., *Petrosimonia glaucescens* (Bunge) Iljin, *Artemisia lerchiana Web., Jurinea kirghisorum* Janisch.)

Представителями американского типа ареала являются 3 вида: *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Xanthium spinosum* L., *Elaeagnus argentea* Pursh.

Таким образом, географический анализ наглядно отражает гетерогенность флоры дерновинно-злаковых степей ЗКО и характеризует её как контактную степную, расположенную на границах Бореального и Древнесредиземноморского подцарства.

Адвентивный элемент флоры *(таблица 5)* чаще всего, определяется как совокупность видов растений, не свойственных местной флоре, занос которых на данную территорию не связан с естественным ходом флорогенеза, а является результатом прямой или косвенной деятельности человека.

Таблица 5

Спектр систематического состава адвентивной флоры дерновинно-злаковых степей ЗКО

№	Семейства	Общее число видов	Адвентивный компонент	
			абс. число	% от общего числа видов в семействе
1	Poaceae	44	1	2,3
2	Cannabaceae	1	1	100
3	Polygonaceae	8	2	25
4	Amaranthaceae	56	10	17,9
5	Papaveraceae	1	1	100
6	Brassicaceae	34	11	32,4
7	Elaeagnaceae	2	1	50
8	Convolvulaceae	3	2	66,7
9	Boraginaceae	13	2	15,4
10	Solanaceae	3	2	66,7
11	Asteraceae	80	9	11,3

Среди адвентивных видов основная доля принадлежит классу Magnoliopsida – 41 вид (97,6%) и только один вид относится к классу Liliopsida (2,4%). Таксономическое распределение инвазионных видов изучаемого районо таково: лидер Brassicaceae – 11 видов, Amaranthaceae – 10 видов, Asteraceae – 9 видов. Остальные семейства Poaceae, Cannabaceae, Papaveraceae, Elaeagnaceae, Polygonaceae, Convolvulaceae, Boraginaceae, Solanaceae представлены 1-2 видами.

Адвентивные виды мы рассматриваем в составе двух групп – археофитов и неофитов. К археофитам мы отнесли *Avena fatua* L., виды рода *Amaranthus, Camelina sativa* (L.) Crantz., *Xahthium spinosum* L., *Carduus crispus* L. и другие. Среди неофитов можно отметить *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Solanum nigrum* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Cuscuta lupuliformis Krock.* и другие. Среди апофитов виды рода *Chenopodium, Atriplex, Falcaria* и другие.

Данные изучаемой флоры сравнили со списком инвазионных растений Средней России, опубликованным в Черной книге флоры Средней России (Виноградова, 2009) и обнаружили общие виды: *Ambrosia arthemisiifolia* L., *Puccinelia distans* L., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski., *Atriplex tatarica* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Cyclachaena xanthifolia* (Nutt.) Fresen, *Amaranthus albus* L., *Amaranthus retroflexus* L. [20].

На основе литературных источников и собственных исследований был составлен список редких, исчезающих растений [21, 22]. В список включены виды по следующим принципам: растения, Красной книги Казахстана (2006) и редкие растения ЗКО, произрастающие на изучаемой территории [23, 24].

Редкие виды растений, внесенные в Красную книгу Республики Казахстан: *Adonis vernalis* L., *Adonis wolgensis* Stev., *Crambe tatarica* Sebeok., *Anthemis trotzkiana* Clausex Bunge, *Dianthus andrzejowskianus* (Zapal.) Kulcz., *Hedysarum razoumovianum* Fisch. et Helm., *Koeleria sclerophylla* P. Smirn, *Lepidium meyeri* Claus, *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Tulipa gesneriana* L., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Silene cretacea* Fisch.ex Spreng., *Calophaca wolgarica* (L. fil.) Fisch. ex DC., *Centaurea taliewii* Kleopow*, Ornithogalum fischerianum* Krasch*, Stipa anomala* P.A. Smirn.

Редкими видами для нашей области являются: *Anabasis cretacea* Pall., *Artemisia salsoides* Willd., *Asparagus brachyphyllus* Turcz., *Campanula sibirica* L., *Centaurea ruthenica* Lam., *Centaurea kasakorum* Iljin, *Chamaecytisus borysthenicum* Grun., *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt, *Crambe aspera* Bieb., *Dianthus rigidus* Bieb., *Fritillaria ruthenica* Wikstr., *Galatella trinervifolia* (Less.) Novopokr., *Globularia punctate* Lapeyr., *Hedysarum grandiflorum* Pall., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., *Hypericum perforatum* L., *Juniperus sabina* L., *Jurinea kirgisorum* Janisch., *Limonium macrorhizon* (Ledeb.) O. Kuntze, *Linum flavum* L., *Linum perenne* L., *Matthiola fragrans* Bunge, *Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bunge, *Onosis arvensis* L., *Pedicularis verticillata* L., *Polygala sibirica* L., *Rhammatophyllum frutex* Botsch. et Vued., *Rheum tataricum* L., *Reseda lutea* L., *Rindera tatraspis* Pall., *Salvia aethiopis* L., *Stipa pennata* L., *Tulipa biflora* Pall., *Valeriana tuberosa* L., *Zygophyllum fabago* L.

Заключение. Таким образом, в дерновинно-злаковых степях произрастает 457 видов, относящихся к 48 семействам и 224 родам. Первые три места принадлежат семействам Asteraceae, Amaranthaceae, Poaceae. Среди родов наиболее богатыми являются рода *Astragalus, Artemisia*, указывающие на самобытный степной комплекс. Географический анализ выявил преобладание голарктического типа ареала (35%), на втором месте европейский (25,8%) и древнесредиземноморский (23,2%) типы ареалов. Далее располагается туранский (11%) тип, отражающий специфические особенности флоры. Состав дерновинно-злаковой степной флоры ЗКО показал, что изучаемая флора типична для степных территории Евразии. Состав географических элементов характеризует флору как степную контактную расположенную на границах Бореального и Древнесредиземноморского подцарства. Адвентивная флора представлена 42 видами (9,2%). Среди 457 изученных видов, 51 вид (11%) относится к редким видам, включенные в Красные и Зеленые книги различного ранга.

Список литературы

1. Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И. Степи Евразии. Л., 1991. 144 с.

2. Сафронова И.Н. О зональном разделении растительного покрова междуречья Волга-Урал // Ботанический журнал. 1975. Т. 60. № 6. С. 823-831.

3. Сафронова И.Н. Фитоэкологическое картографирование Северного Прикаспия. Геоботаническое картографирование 2001-2002. СПб., 2002. С. 44-65.

4. Карта «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территории: Пояснительный текст и легенда к карте М. 1:8000000» / под ред. Г.Н. Огуреевой. М., 1999. 64 с.

5. Петренко А.З. Растительный покров // Природно-ресурсный потенциал и проектируемые объекты заповедного фонда Западно-Казахстанской области. Уральск, 1998. С. 40-47.

6. Фартушина М.М. Почвенный покров // Природно-ресурсный потенциал и проектируемые объекты заповедного фонда Западно-Казахстанской области. Уральск, 1998. С. 34-39.

7. Скворцов А.К. Гербарий. Пособие по методике и технике. М. «Наука», 1977. 199 с.

8. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 10-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 600 с.

9. Флора СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1934-1964. Т. 1-30.

10. Флора Казахстана. Алма-ата. 1956-1966. Т. 1-9.

11. Иллюстрированный определитель растений Казахстана. Алма-Ата, 1969-1972. Т. 1-2.

12. Иванов В.В. Определитель растений Северного Прикаспия // Материалы по флоре и растительности Северного Прикаспия. Л., 1964-1989.

13. Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Спб., 1997. 439 с.

14. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Русское издание. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

15. Абдулина С.А. Список сосудистых растений Казахстана. Алматы, 1999. 187 с.

16. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III // Botanical Journal of the Linnean Society: журнал. Лондон, 2009. Т. 161. № 2. С. 105-121. DOI:10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x

17. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. Л.: Наука, 1978. 247 с.

18. Walter H. die Steppen and Prariezone // Die Wegetation der Erde. Jena, 1968. P. 588-623.

19. Камелин Р.В. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. Л.: Наука, 1973. 356 с.

20. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России. Москва, «ГЕОС», 2009. 494 с.

21. Дарбаева Т.Е., Бохорова С.Н. Сохранение памятников живого наследия Бурлинского района левобережья реки Урал. Ивановские чтения. Уральск, 2011. С. 43-46.

22. Дарбаева Т.Е. Редкие и эндемичные реликтовые сообщества на меловых останцах Подуральского плато в пределах Западно-Казахстанской области // Отечественная геоботаника: Основные вехи и перспективы: Материалы Всеросс. конф. с междунар. участием (Санкт-Петербург, 20-24 сентября 2011 г.). Т. 1. СПб, 2011. С. 64-65.

23. Об утверждении Перечней редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных. Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 октября 2006 года № 1034. [Электронный ресурс]. URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/P060001034_

24. Петренко А.З., Фартушина М.М. Зеленая книга Западно-Казахстанской области. Кадастр объектов природного наследия. Уральск, 2001. 194 с.

УДК 502.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-205-209

РАЗВИТИЕ СТЕПНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ КАЗАХСТАНА (2013-2023)

DEVELOPMENT OF THE STEPPE ECOLOGICAL NETWORK OF KAZAKHSTAN (2013-2023)

Брагина Т.М.[1,2]
Bragina T.M.[1,2]

[1]Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, Костанай, Казахстан
[2]Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону, Россия
[1]Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Kazakhstan
[2]Azov-Black Sea Branch of the FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH"), Rostov-on-Don, Russia

E-mail: tm_bragina@mail.ru

Аннотация. Со времени разработки «Стратегии развития сети особо охраняемых природных территорий в степной зоне Республики Казахстан на период 2013-2030 гг.» в рамках Проекта Правительства Республики Казахстан/ПРООН/ГЭФ «Сохранение и устойчивое управление степными экосистемами» прошло десять лет. В том обширном документе были представлены результаты анализа сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Республики Казахстан по состоянию на 01.01.2013 года. Были проанализированы перспективы и даны предложения по развитию сети особо охраняемых природных территорий в степной зоне Республики Казахстан с учетом оптимальных площадных и процентных показателей потенциальных ООПТ в подзонах и регионах степной зоны, а также горных степей и прилегающих территорий. Анализ динамики развития ООПТ в степной зоне и в целом в Республике за прошедшее десятилетие является актуальным. В статье приведены материалы о современном состоянии и развитии сети охраняемых природных территорий в Республике Казахстан и изменений в природоохранном законодательстве, вступивших в действие 07.03.2023 года, которые определили положение о дополнительных видах объектов государственного природно-заповедного фонда страны.

Ключевые слова: степные особо охраняемые природные территории, реализация стратегии, Казахстан.

Abstract. Ten years have passed since the development of the "Strategy for the development of a network of specially protected natural areas in the steppe zone of the Republic of Kazakhstan for the period 2013-2030" within the framework of the Project of the Government of the Republic of Kazakhstan/UNDP/GEF "Conservation and Sustainable Management of Steppe Ecosystems". In that extensive document, the results of the analysis of the network of specially protected natural areas (protected areas) of the Republic of Kazakhstan as of January 01, 2013 were presented. The prospects were analyzed and proposals were made for the development of a network of specially protected natural areas in the steppe zone of the Republic of Kazakhstan, taking into account the optimal areas and percentage indicators of potential protected areas in the subzones and regions of the steppe zone, as well as mountain steppes and adjacent territories. The analysis of the dynamics of the development of protected areas in the steppe zone and in the Republic as a whole over the past decade is relevant. The article provides data on the current state and development of the network of protected natural areas in the Republic of Kazakhstan and changes in environmental legislation that came into force on July 03, 2023, which determined the provisions on additional types of objects of the state natural-reserved fund of the country.

Key words: steppe specially protected natural areas, strategy implementation, Kazakhstan.

Введение. Проблемы сохранения степных экосистем в последние десятилетия привлекают все больше внимания [1, 2]. Истощение почв под сельскохозяйственными культурами, изменение климата и в целом переэксплуатация степных земель ставят новые вопросы [3], некоторые ответы на которые могут быть найдены на нетронутых, эталонных землях [4].

Республика Казахстан обладает уникальными обширными степными территориями и перспективами сохранения и восстановления степного биоразнообразия [5]. Являясь стороной Конвенции ООН о Биологическом Разнообразии (КБР) с октября 1995 г., Казахстан последовательно выполняет взятые на себя обязательства. С первых шагов были разработаны Национальная Стратегия и Планы Действий по сохранению биоразнообразия, принят Закон Республики Казахстан «Об особо охраняемых природных территориях» (2006 г.) и последующие

решения, в том числе по созданию и расширению особо охраняемых природных территорий (ООПТ) на принципах экологической сети.

Материалы и методы. Для подготовки данной статьи был проведен анализ изменений природоохранного законодательства Республики Казахстан, материалов и программных документов о развитии сети особо охраняемых природных территорий, создания и разработки планов управления биосферных резерватов в Республике и трансграничных объектов за последнее десятилетие.

Результаты исследование и их обсуждение. Постановление Правительства Республики Казахстан от 10 ноября 2000 года № 1692 «О Концепции развития и размещения особо охраняемых природных территорий Республики Казахстан до 2030 года» стало основой для разработки планов создания ряда ООПТ в соответствии с Постановлением Правительства Республики Казахстан от 10 сентября 2010 года № 924 «Об утверждении отраслевой Программы «Жасыл даму» на 2010-2014 годы».

В Стратегии Правительства РК по расширению системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) до 2030 г. немалая роль отводилась степным территориям, которая предусматривала как создание новых степных ООПТ, так и включение степных экосистем в состав существующих ООПТ. Основанная на ландшафтном подходе по расширению и рациональному управлению ООПТ степной зоны, Стратегия предусматривала такие ключевые элементы, как создание системы различных видов ООПТ (от постоянно действующих национальных природных парков до сезонно охраняемых природных территорий); интеграция ООПТ с буферными зонами, живыми коридорами и другими участками общего ландшафта на принципах экологической сети; управление информацией и знаниями, которое должно определять достижение природоохранных целей на ландшафтном уровне; способность широкого ряда заинтересованных сторон управлять как ООПТ, так и ключевыми участками ландшафта.

К 2009 году площадь ООПТ составляла 3,7 млн га, или 1,4% от общей территории государства.

К марту 2013 года была разработана «Стратегии развития сети особо охраняемых природных территорий в степной зоне Республики Казахстан на период 2013-2030 гг.» в рамках Проекта Правительства Республики Казахстан / Программы развития ООН (ПРООН) / Глобального экологического фонда (ГЭФ) «Сохранение и устойчивое управление степными экосистемами», начатого в 2009 году [6, 7].

В «Стратегии развития сети особо охраняемых природных территорий в степной зоне Республики Казахстан на период 2013-2030 гг.» была проведена оценка современного состояния охраняемых степных территорий Казахстана и факторов, влияющих на сохранение и устойчивое использование степных экосистем. Даны предложения по созданию сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в степной зоне Республики Казахстан с учетом оптимальных площадных и процентных показателей создания потенциальных ООПТ в степной зоне (лесостепь, засушливые степи, сухие степи, опустыненные степи, северные пустыни (полупустыни), горные степные экосистемы) до 2020 и 2030 года. Предложен поэтапный сценарий развития степных ООПТ. Приведены картосхемы имеющихся и планируемых ООПТ в степном регионе Республики Казахстан.

Результаты проекта и «Стратегии» были использованы для подготовки Постановления Правительства Республики Казахстан от 31 декабря 2013 года № 1592 «О Стратегическом плане Министерства окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан на 2014-2018 годы (с изменениями и дополнениями от 08.07.2014 г.)».

Площадь ООПТ республиканского значения со статусом юридического лица уже к концу 2013 года значительно увеличилась и составила 6,3 млн га, или 2,3% от площади страны [6].

В целом с 2009 по 2013 г. площадь особо охраняемых природных территорий увеличилась на 1 млн 16,6 тыс. га за счет образования следующих ООПТ:

– Государственный природный резерват «Акжайык» (2009 г., Атырауская область) площадью 111,5 тыс. га;

– Жонгар-Алатауский государственный национальный природный парк (ГНПП) (2010 г., Алматинская область) площадью 356,022 тыс. га;

– ГНПП «Буйратау» (2011 г., Карагандинская область) площадью 88 968 га;

– Государственный природный резерват «Алтын Дала» (2012 г., Костанайская область), площадью 489,766 тыс. га.

Кроме того, Алакольский государственный природный заповедник (ГПЗ) был расширен на 45,5 тыс. га; Западно-Алтайский ГПЗ – на 30 тыс. га; Коргалжинский ГПЗ – на 284,2 тыс. га; Маркакольский ГПЗ – на 27,9 тыс. га.

Были увеличены площади национальных природных парков – Баянаульского на 17,8 тыс. га, Каркаралинского на 31,8 тыс. га, Чарынского на 33,9 тыс. га, Иле-Алатауского на 220,5 га, Бурабай на 45,3 тыс. га.

В «Стратегии» были разработаны сценарии дальнейшего развития сети ООПТ в определенные периоды *(рисунок 1),* охватившие территории степной зоны и прилегающих территорий (лесостепь, полупустыни, горные степи).

В числе первых вышло Постановление акимата Костанайскрй области от 02 июня 2014 года № 245 (зарегистрировано Департаментом юстиции Костанайской области 02 июля 2014 года № 4902) «О создании экологического коридора «Ыргыз-Торгай-Жыланшик» общей площадь. 2 007 582 гектара (га) с регулируемым режимом использования земель на его территории для сохранения миграционных путей бетпакдалинской популяции сайгаков между двумя государственными природными резерватами - Иргиз-Тургайским и Алтын Дала.

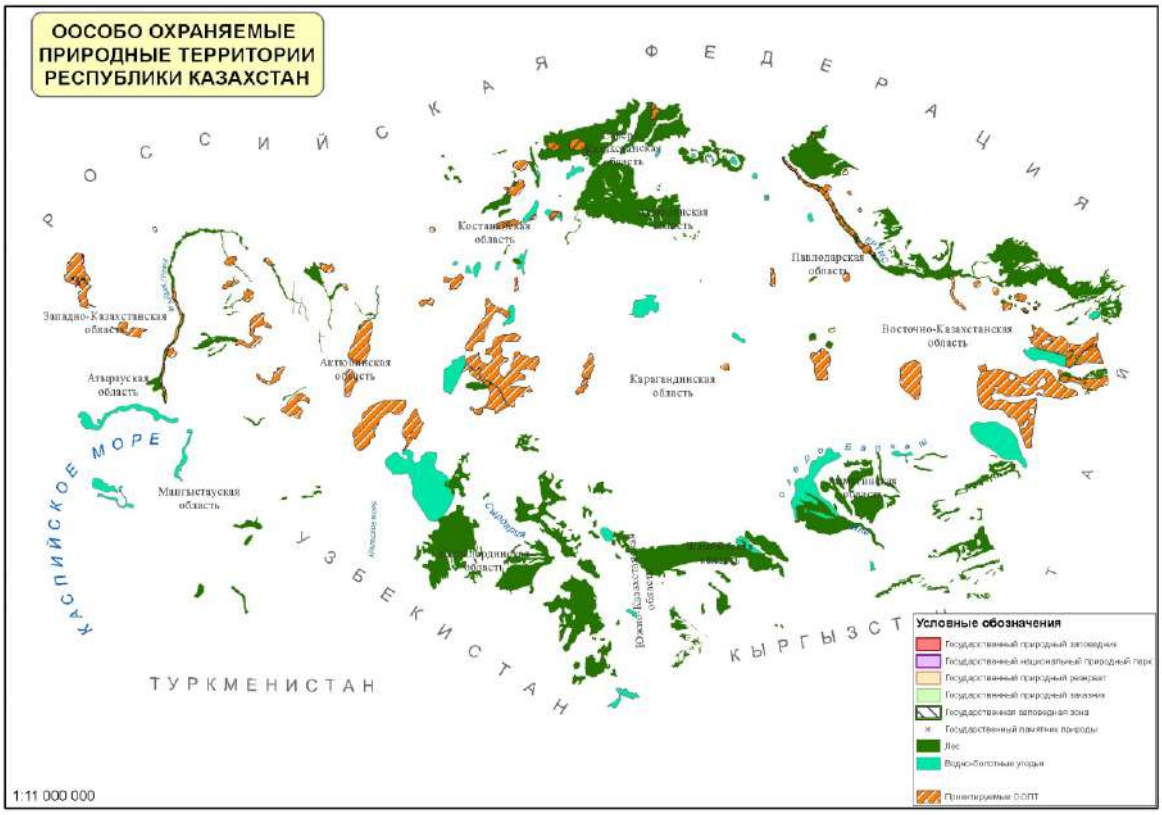


Рисунок 1. Проектируемые особо охраняемые природные территории на период 2013-2030 гг. Республика Казахстан (источник: [9]).

К 2017 году общая площадь ООПТ в Казахстане увеличилась до 24,4 млн га, что составило 8,96% общей площади Республики *(рисунок 2).*

Кроме того, к этому времени охраняемый законом статус получили ключевые орнитологические территории международного значения – на 2017 год их количество составило 127 общей площадью 15414,7 тыс. га, водно-болотные угодья международного значения, леса особого природоохранного значения [8].

В «Стратегии развития сети особо охраняемых природных территорий в степной зоне Республики Казахстан на период 2013-2030 гг.» особое внимание было уделено предложениям по созданию охраняемых природных территорий в Западном Казахстане, а также сохранению горных степей на востоке страны. В Южном Алтае было предложено создание заповедника Саурский с участком Терекгинский, национального парка Тарбагатайский с кластером Акжайляу и заказника республиканского значения Кайындинский с кластером Песчанка.

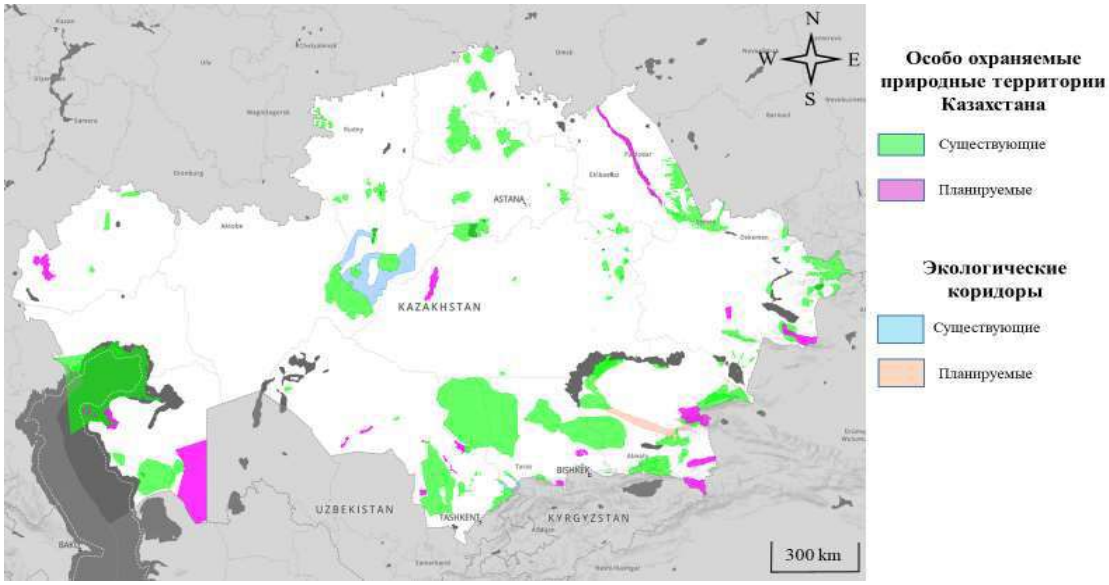


Рисунок 2. Существующие и планируемые ООПТ. Республика Казахстан. 2017 год (источник: [8]).

В 2018 году были созданы ГНПП «Тарбагатай» на площади 143 550,5 га и ГНПП «Иле-Балхаш» на площади 415 164,2 га.

К 2020 году общая площадь заповедников Казахстана возросла до 1611, 4 тыс. га за счет расширения территории ГПЗ «Барсакельмес», увеличившего свою территорию до 160 826 га. Между двумя участками заповедника был создан экологический коридор. Но число заповедников в стране осталось прежним – 10.

В последние годы продолжилось увеличение площади степных и других особо охраняемых природных территорий в Республике.

В 2021 году на площади 58 912 га был создан национальный природный парк «Улытау».

В 2022 году в Западном Казахстане был организован ГПР «Бокейорда» площадью 343 040,1 га для защиты и разумного использования уральской популяцией сайгаков.

В этом же году создан ГПР «Ащиозекский» (314 504,1 га) и расширен государственный природный заказник на 2 415 806,4 га, общая площадь которого в настоящее время составляет 3 415 806,4 га.

По состоянию на начало 2023 года Закон Республики Казахстан «Об особо охраняемых природных территориях» с изменениями и дополнениями [11] включал девять видов государственных природных объектов республиканского значения (государственные природные заповедники, национальные природные парки, природные резерваты, зоологические парки, ботанические сады, дендрологические парки, памятники природы, природные заказники, заповедные зоны) и пять видов государственных объектов местного значения (государственные региональные природные парки, зоологические парки, дендрологические парки, памятники природы, природные заказники). В новой редакции закона от 2023 года были исключены государственные ботанические сады местного значения.

Кроме этого, в Закон Республики Казахстан «Об ООПТ» были внесены изменения, вступившие в действие 07.03.2023 года. Они определили положение о дополнительных видах объектов государственного природно-заповедного фонда – особо ценные насаждения государственного лесного фонда; водно-болотные угодья; ключевые орнитологические территории; уникальные природные водные объекты и их участки; участки недр особой экологической, научной, историко-культурной и рекреационной ценности; редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных и уникальные единичные объекты растительного мира особо научного и (или) историко-культурного значения [11].

Особо ценные объекты природы Казахстана вошли в Список природного наследия ЮНЕСКО. Первым в странах Центральной Азии список природного наследия ЮНЕСКО в 2008 году был включен природный объект «Сарыарка – степи и озера «Северного Казахстана» (Наурзумский и Коргалжинский заповедники).

В 2016 году был создан трансграничный природный объект «Западный Тянь-Шань». На территории Казахстана в его состав вошли Аксу-Жабаглинский и Каратауский заповедники и

Сайрам-Угамский ГНПП. Со стороны Кыргызской Республики участками этого природного объекта стали заповедники Беш-Аральский, Пыдаштинский и Сары-Челекский. Со стороны Узбекистана были включены две заповедные территории Чаткальского заповедника – Майдантал и Бащкыхылсай.

В 2023 году в список природного наследия ЮНЕСКО включен еще один трансграничный природный объект – «Холодные зимние пустыни Турана». В его состав вошли со стороны Казахстана ГНПП «Алтын Эмель» и ГПЗ «Барсакельмес»; со стороны Узбекистана – НПП «Южный Устюрт» и ландшафтный заказник «Сайгачий»; от Туркменистана – пустынные заповедные территории (ГПЗ) «Берекетли Гарагум», «Гаплангыр», «Репетек» и «Ераджи».

Заключение. За последнее десятилетие с момента создания «Стратегии» [6, 7, 9] в соответствии с государственными решениями в Республике Казахстан продолжается планомерное увеличение площади особо охраняемых природных территорий. Для их создания используются принципы создания экологических сетей на основе ландшафтного подхода в соответствии с законами Республики, международного сотрудничества и энтузиазме, и профессионализме всех вовлеченных сторон.

Список литературы

1. Bragina T.M., Nowak A., Vanselow K.A. and Wagner V. Grasslands of Kazakhstan and Middle Asia: the ecology, conservation and use of a vast and globally important area. Chapter // Grasslands of the World: diversity, management and conservation / Squires, V.R., Dengler, J., Feng, H. & Hua, L. (Eds.). Publisher: CRC Press, Boca Raton, US. 2018. P. 139-167.

2. Chibilev A., Levykin S., Yakovlev I., Kazachkov G. Ecological risks of a steppe nature management: detection, classification and ways to overcome them (on the example of the Orenburg region) // E3S Web of Conferences, Yekaterinburg, 19-20.02.2020. Yekaterinburg, 2020. P. 03018. DOI 10.1051/e3sconf/ 202017603018.

3. Wagner V., Bragina T.M., Nowak A., Smelansky I.E., Vanselow K.A. Grasslands and Shrublands of Kazakhstan and Middle Asia // Encyclopedia of the World's Biomes. Vol. 3. Section 6. Elsevier Inc., 2020. P. 750-758.

4. Брагина Т.М. История и основные принципы формирования степных особо охраняемых природных территорий Казахстана // Сохранение и изучение степных экосистем Евразии и их компонентов. Труды Государственного природного биосферного заповедника «Ростовский». Вып. 7. Ростов н/Д: ООО «Фонд науки и образования», 2020. С. 203-211.

5. Rachkovskaya E.I. & Bragina T.M. Steppes of Kazakhstan: Diversity and Present State // In: Werger M., van Staalduinen M. (eds) Eurasian Steppes. Ecological Problems and Livelihoods in a Changing World. Plant and Vegetation. Vol. 6. Springer, Dordrecht, 2012. P. 103-148. DOI: 10.1007/978-94-007-3886-7_3.

6. Брагина Т.М., Асылбеков А.Д., Агажаева А.К. Курагулова Ж. О концепции развития степных особо охраняемых природных территорий Казахстана // Степной бюллетень. № 39. 2013. С. 30-35.

7. Брагина Т.М. Концепция развития степных особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в Республике Казахстан до 2030 года // Вестник Алтайской науки. 2014. № 4. С. 181-185.

8. Шестой национальный доклад Республики Казахстан о биологическом разнообразии. Астана, 2018. 255 с.

9. Стратегия развития сети особо охраняемых природных территорий в степной зоне Республики Казахстан на период 2013-2030 гг. / Т.М. Брагина, при участии Ж. Курагуловой, А.Д. Асылбекова, А.К. Агажаевой. Астана: Проект Правительства РК/ПРООН/ГЭФ «Сохранение и устойчивое управление степными экосистемами», 2013. 90 с. (рукопись).

10. Биологическое разнообразие азиатских степей: Материалы IV междунар. науч. конф., Костанай, 14 апреля 2022 г. / под науч. ред. Т.М. Брагиной, Е.М. Исакаева. Костанай: НАО «Костанайский региональный университет имени А. Байтурсынова», 2022. 482 с.

11. Закон Республики Казахстан от 7 июля 2006 года № 175-III «Об особо охраняемых природных территориях» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.05.2023 г.). URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30063141&show_di=1 (дата обращения: 03.12.2023).

УДК 595.788
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-210-215

СООБЩЕСТВА ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ (МЕЗОФАУНА) НА ЧИСТОМ ПАРЕ И УБРАННОМ ПОЛЕ СО СТЕРНЕЙ ПРИ БЕССМЕННОМ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПШЕНИЦЫ В ПОДЗОНЕ СУХИХ КОВЫЛКОВЫХ СТЕПЕЙ КАЗАХСТАНА

COMMUNITIES OF SOIL INVERTEBRATES (MACROFAUNA) ON A CLEAN FALLOW AND A HARVESTED FIELD WITH STUBBLE DURING PERMANENT CULTIVATION OF WHEAT IN THE SUBZONE OF THE DRY STEPPES OF KAZAKHSTAN

Брагина Т.М.[1,2], Рулёва М.М.[1]
Bragina T.M.[1,2], Rulyova M.M.[1]

[1]Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, Костанай, Казахстан
[2]Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону, Россия
[1]Akhmet Baitursynuly Kostanay regional university, Kostanay, Kazakhstan
[2]Azov-Black Sea Branch of the FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH"), Rostov-on-Don, Russia

E-mail: tm_bragina@mail.ru, maniarul@mail.ru

Аннотация. В статье приводятся данные о сообществах почвенных беспозвоночных (мезафауна) на чистом паре и убранном поле со стерней при бессменном возделывании пшеницы в подзоне сухих ковылковых степей Казахстана, которые были получены в 2018 году в рамках выполнения исследований по подпроекту «Оценка влияния землепользования и изменений климата на сообщества почвенных беспозвоночных (макрофауна)» международного научного проекта «Разработка инновационных адаптированных к климату приемов устойчивого использования сельскохозяйственных ресурсов в засушливых степях Казахстана и Юго-Западной Сибири (ReKKS)». В результате проведенных исследований в 2018 году было отобрано 32 почвенно-зоологические пробы на пахотных угодьях ТОО «Диевский», расположенных на территории Аулиекольского района Костанайской области вблизи ковылковой сухой степи Наурзумского государственного природного заповедника, и собрано для анализа 313 экземпляров беспозвоночных животных, которые хранятся в фонде Научно-исследовательского центра проблем биологии и экологии Педагогического института Костанайского регионального университета им. Ахмет Байтұрсынұлы. Установлено, что распределение беспозвоночных неравномерное, обычны специфические вредители сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: почвенные беспозвоночные, мезафауна, Костанайская область, чистый пар, агроценоз.

Abstract. The article presents data on communities of soil invertebrates (macrofauna) on a clean fallow and a harvested field with stubble during permanent wheat cultivation in the subzone of the dry feather grass steppes of Kazakhstan, which were obtained in 2018 as part of research on the subproject "Assessment of the impact of land use and climate change on communities of soil invertebrates (macrofauna)" of the international the scientific project "Development of innovative climate-adapted techniques for the sustainable use of agricultural resources in the arid steppes of Kazakhstan and Southwestern Siberia (ReKKS)". As a result of the research carried out in 2018, 32 soil and zoological samples were taken on the arable lands of Dievsky LLP, located on the territory of the Auliekolsky district of the Kostanay region near the dry feather grass steppe of the Naurzum State Nature Reserve, and 313 specimens of invertebrates were collected for analysis, which are stored in the Research Center for Problems of Biology and Ecology of the Pedagogical Institute of Kostanay Regional University named after Akhmet Baitursynuly. It has been established that the distribution of invertebrates is uneven, and specific crop pests are common.

Key words: soil invertebrates, macrofauna, Kostanay region, clean fallow, agrocenosis.

Введение. Агросистемы сухостепной зоны испытывают воздействие таких ограничивающих факторов как низкая влагообеспеченность, нестабильность погодных условий и как следствие изменения в структуре почвы. В агроценозах формируются обедненные животные сообщества из немногих адаптированных видов почвенной фауны. По изменениям в структуре сообществ почвенных беспозвоночных можно судить о качественных и количественных изменениях, происходящих в почвенном покрове, о степени ее деградации вследствие высого антропогенного прессинга.

Сведения о фауне почвенных беспозвоночных (мезофауна) степей Казахстана приводятся в литературе [1-5]. На территории Костанайской области проводился также

сравнительный анализ почвенной мезофауны естественных и нарушенных местообитаний преимущественно в подзоне темно-каштановых почв (умеренно-сухие и сухие степи) [6-10]. Дальнейшие исследования почвенных беспозвоночных позволят использовать их в качестве индикатора для создания устойчивых агроэкосистем в сухостепных условиях Казахстана.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2018 году на территории Аулиекольского района Костанайской области, в рамках подпроекта «Оценка влияния землепользования и изменений климата на сообщества почвенных беспозвоночных (макрофауна)» международного научного проекта «Разработка инновационных адаптированных к климату приемов устойчивого использования сельскохозяйственных ресурсов в засушливых степях Казахстана и Юго-Западной Сибири (ReKKS)» (2017-2021 гг.), с целью изучения изменения структуры сообществ беспозвоночных животных (мезофауна) степных экосистем Северного Казахстана под воздействием антропогенных и климатических факторов.

В Аулиекольском районе было заложено и обследовано два участка: пахотные угодья ТОО «Диевский» — убранное пшеничное поле со стерней и пар, расположение и описания которых приведены ниже *(рисунок 1)*. Применялся метод почвенно-зоологических проб [11, 12]. На каждом участке отбиралось по 16 почвенно-зоологических проб размером 25 см×25 см, до глубины встречаемости беспозвоночных. С помощью биоценометра отмечались границы площадки, затем в границах пробы почва отбиралась послойно (0-10 см, 10-20 см, 20-30 см, 30-50 см) и также послойно размещалась на мешковине белого цвета. Образцы фиксировались 70% этанолом и обрабатывались в лабораторных условиях. Моллюски помещались в 4% раствор формалина. Каждая емкость этикетировалась с указанием места и даты сбора, номера площадки, глубины взятия образца. Для доминирущих групп была принята шкала – 10% и выше от общего числа собранных беспозвоночных, для субдоминантов – 5-10%, для субрецедентов – менее 1% и от 1 до 2% – рецеденты [13]. Отбор проб был проводен 18.05.2018 г. до весенней вспашки земель. Для определения видов по морфологическим признакам использовался стереоскопический микроскоп МБС-10 и определительные таблицы.

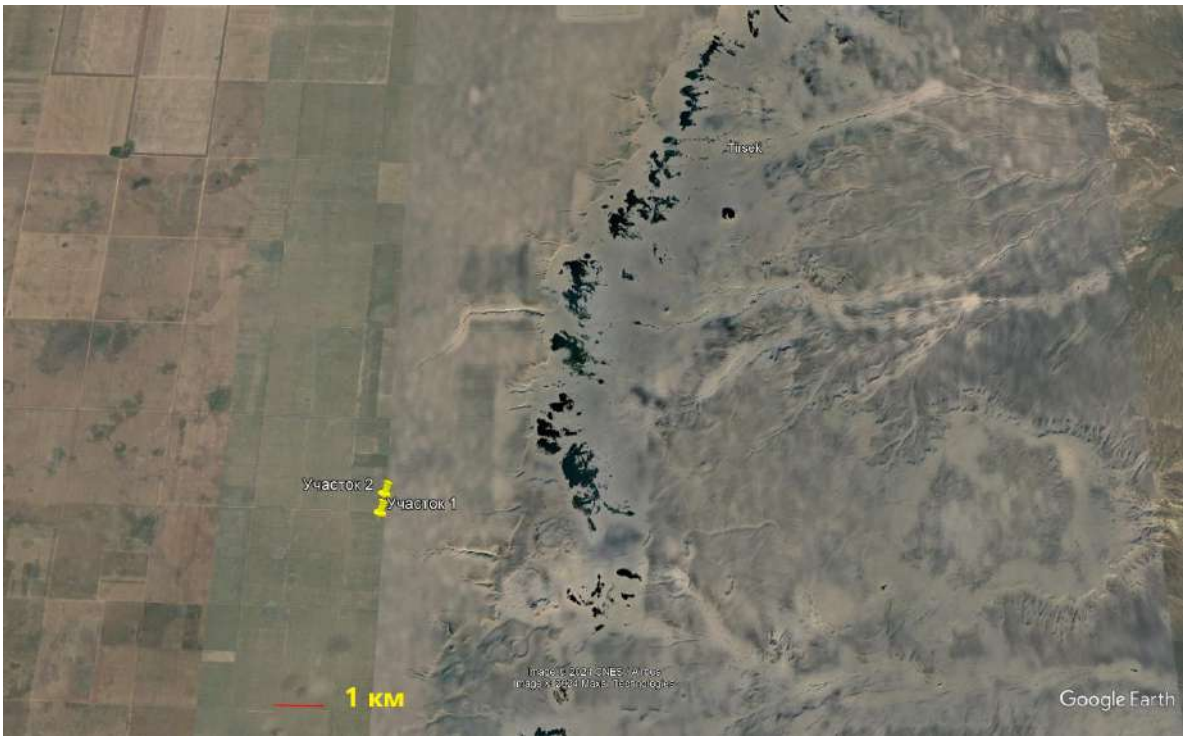


Рисунок 1. Местоположение стационарных участков в Аулиекольском районе (участки 1-2). Костанайская область (на основе цифровых карт Google Earth URL: https://www.google.kz/intl/ru/earth/).

Результаты и обсуждение. Аулиекольский район расположен в центральной части Костанайской области [14]. Граничит на севере с Костанайским, на северо-востоке с Алтынсаринским, на востоке с Карасуским, на юге – с Наурзумским, на западе – с Камыстинским

и Тарановским районами Костанайской области. Протяженность района с севера на юг – 112 км, с запада на восток – 130 км.

Рельеф района в целом представлен волнистой равниной, лишь на самом крайнем востоке с севера на юг протягивается широкая Тургайская ложбина. Абсолютные отметки равнины колеблются в пределах 210-270 м, ее поверхность отличается однообразием.

Климат резко континентальный, район находится в пределах сухостепной природной зоны. Годовое количество осадков – 260-280 мм. Среднегодовая температура воздуха – 1,22°С. Засуха – явление частое.

Умеренно-сухая степная природно-климатическая зона. В районе две почвенные зоны: зона черноземов с подзоной южных и малогумусных черноземов и зона каштановых почв. Южные малогумусные черноземы являются лучшими почвами подзоны, они используются для посева зерновых культур. Темно-каштановые почвы являются ценными для производства зерновых культур, в первую очередь пшеницы.

Участок 1. Убранное пшеничное поле с сохраненной стерней после сбора урожая без зяблевой вспашки на месте ковылковой (*Stipa lessingiana*) степи вблизи границ Наурзумского заповедника. Географические координаты: 51º44'175 N, 063º45'330 E. Участок Терсек. Слабо наклонная равнина Адаевско-Улькаякского плато (0,3º). Географические координаты. Почва темно-каштановая карбонатная тяжелосуглинистая, в поверхностных слоях (до 22 см) сильно агрегированная структура за счет биологической активности корней, почвенных грибов, до 5 см сухой, ниже свежий, соответствует пахотным почвам длительной эксплуатации. В период взятия проб на поле имелась прошлогодняя стерня пшеницы. Посев производился без распашки, по стерне.

Участок 2. Чистый пар после многолетних посевов пшеницы на месте ковылковой (*Stipa lessingiana*) степи вблизи границ Наурзумского заповедника на участке Терсек. Адаевско-Улькаякское плато, слабо наклонная равнина 0,3º. Географические координаты: 51º44'305 N, 63º45'269 E. Посев пшеницы производился с распашкой, участок расположен напротив пшеничного поля с посевом без распашки. Почва темно-каштановая карбонатная тяжелосуглинистая. Местами отмечены сорные растения.

Общая плотность населения на пшеничном поле со стерней в 2018 году составила 157,0 экз./м^2 без учета муравьев, но 46,5% составляли неспецифичные *(таблица 1)* группы – личинки пшеничных трипсов *Haplothrips tritici* (Kurdjumov, 1912) (19,1%) и 27,4% – нематоды. Обилие этих групп вредителей напрямую связано с бессменным возделыванием пшеницы на данном поле. Среди других вредителей отмечены щелкун посевной *Agriotes sputator* (Linnaeus, 1758), на долю которого пришлось 71,4% от общего числа собранных в пробах щелкунов, и щелкуны рода *Selatosomus* Stephens, 1830. Из чернотелок 50,0% приходилось на распространенный вид *Tentyria nomas* (Pallas, 1781), 33,3% относились к виду *Opatrum sabulosum* (Linnaeus, 1761). Единично встречена чернотелка *Pedinus femoralis* (Linnaeus, 1767) – кукурузный медляк, также относящийся к вредителям сельскохозяйственных культур.

Таблица 1

Состав и относительная плотность (в %%) населения почвенных беспозвоночных (мезофауна) на чистом паре и участке на убранном со стерней поле при бессменном возделывании пшеницы. Подзона темно-каштановых суглинистых карбонатных почв. Костанайская область. Аулиекольский район. Май 2018 год

Группа беспозвоночных	Относительная плотность населения (% от общего числа)	
	Пшеничное поле со стерней	Распаханное поле (чистый пар)
NEMATODA	27,4	-
MOLLUSCA	-	0,9
ACARI	6,4	0,4
ARANEI	4,5	7,0
MYRIAPODA	2,5	2,6
- Geophilidae	2,5	2,6
HETEROPTERA	3,2	6,1
ORTHOPTERA	0,6	1,7

Группа беспозвоночных	Относительная плотность населения (% от общего числа)	
	Пшеничное поле со стерней	Распаханное поле (чистый пар)
COLEOPTERA	47,8	56,5
- Carabidae , imago	1,9	7,0
larvae, pupa	1,9	1,7
- Elateridae	8,9	7,0
- Tenebrionidae, imago	3,2	6,9
larva, pupa	0,6	3,5
- Chrysomelidae	0,6	0,9
- Curculionidae	3,8	3,5
- Staphylinidae	3,8	22,6
- Другие жуки	3,8	4,3
THYSANOPTERA	19,1	-
DIPTERA	7,6	13,0
LEPIDOPTERA	-	1,7
Число экз./м^2 (без муравьев)	157,0	115,0
Экз./0.0625 m^2 (M $\pm$ m)	9,8$\pm$2,7	7,19$\pm$0,74
CV (%)	108,8	41,03
$P_{точность}$	27,2	10,26
$T_{достоверность}$	3,7	9,75
Число экз./м^2 (с муравьями)	166,0	147,0

Плотность населения почвенных беспозвоночных (без учета муравьев) на чистом паре в 2018 году составила 115,0 экз./м^2. Доминировали жесткокрылые – 56,5% и двукрылые (13,0%). Из жесткокрылых 40,0% составляли мелкие хищные жуки стафилиниды (охотятся на поверхности почвы). Среди вредителей отмечены щелкуны (по 42,9% приходилось на *Agriotes sputator* и *Selatosomus* sp.) и чернотелки: *Opatrum sabulosum* – 69,2%, единично отмечены чернотелки *Oodescelis polita* (Sturm, 1807) и *Gonocephalum pusillum* (Fabricius, 1791). Кроме того, на участке с чистым паром были отмечены кубышки саранчовых – 1,7% от общего числа собранных беспозвоночных.

Распределение беспозвоночных на обоих участках неравномерное, особенно на участке со стерней (коэффициент вариации 108,8%), что связано с нахождением компактных групп трипсов и нематод. На обоих участках отсутствовали дождевые черви. На участке с многолетними посевами по стерне были отмечены специфические вредители пшеницы.

Важным показателем структуры населения и роли организмов в функционировании экосистем является биомасса. Ниже приведены показатели общей биомассы почвенной мезофауны на обследованных участках *(таблица 2)*.

Таблица 2

Общая биомасса населения почвенных беспозвоночных (мезофауна) в подзоне темно-каштановых почв на тяжелых карбонатных суглинках. Костанайская область, Аулиекольский район. Май, 2018 год

Биомасса. Статистические показатели	Пшеничное поле со стерней	Пар
Биомасса (M, г/м^2):	0,0325	0,357
Биомасса на пробу (г/0.0625 m^2) (M $\pm$ m)	0,033$\pm$0,011	0,36$\pm$0,123
CV (%)	146,7	137,97
$P_{точность}$	34,61	34,49
$T_{достоверность}$	2,95	2,89

По результатам проведенных сборов, большая биомасса беспозвоночных была зарегистрирована на участке под паром, что связанно с общим составом населения, отсутствием обработки почвы и наличием сорной растительности на данном участке.

По сравнению с населением близлежащего участка целинной ковылковой степи на территории Наурзумского заповедника [15] сообщества почвенных беспозвоночных в агроэкосистемах менее разнообразны. В то же время в целинной степи в районе исследований также отсутствовали дождевые черви и в составе населения преобладали насекомые (80,0-93,4% от общего числа собранных беспозвоночных), в первую очередь жесткокрылых, что указывает на региональные особенности сообществ почвенных беспозвоночных [1-2].

Данные исследователей в других регионах подтверждают бедность группового состава комплексов беспозвоночных в биотопах с неблагоприятными условиями [16]. Низкое биоразнообразие или отсутствие сапрофагов и гумусообразователей также указывают на неблагоприятные условия в биогеоценозе [17].

В целом число видов, плотность населения и биомасса почвенной мезофауны снижаются в агроэкосистемах района исследований. По мнению ряда авторов, это происходит за счет сокращения доступных органических веществ и необходимых элементов в почве [17], что еще раз указывает на ведущую роль почвенно-растительного покрова как основы формирования почвенных сообществ [18].

Выводы. Хозяйственная деятельность оказывает существенное влияние на состав и структуру беспозвоночных животных. На длительно используемых участках снижается разнообразие групп и видов. В составе почвенной мезофауны на обследуемых участках на чистом паре и убранном поле со стерней при бессменном возделывании пшеницы в подзоне сухих ковылковых степей доминировали жесткокрылые, отсутствовали дождевые черви. На участке со стерней, наряду с региональными вредителями сельскохозяйственных культур (преимущественно щелкунов, чернотелок), отмечены специфические вредители злаковых культур – пшеничные трипсы и нематоды. Отмечена неравномерность распределения беспозвоночных и скопление специфических вредителей на хозяйственно используемых землях. На паре возрастала доля хищных наземно обитающих форм.

Благодарности. *Работы выполнены в рамках инициативной научно-исследовательской работы «Оценка влияния землепользования и изменений климата на сообщества почвенных беспозвоночных (мезофауна)» (зарегистрирована в АО НЦГНТЭ, № 0119РКИ0195) и выполнения международного научного проекта «Инновации для устойчивого использования сельскохозяйственных ресурсов и адаптации климата в засушливых степях Казахстана и Юго-Западной Сибири (ReKKS)». Авторы выражают благодарность оказавшим помощь в полевом сборе и обработке материалов.*

Список литературы

1. Брагина Т.М. Закономерности изменений животного населения почв при опустынивании (на примере сухостепной зоны Центральной Азии): Автореф. дисс. … д-ра. биол. наук. М., ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН, 2004. 46 с.

2. Брагина Т.М. Структура сообществ почвенных беспозвоночных целинных и залежных земель в условиях степных плакоров Северного Тургая // Вестник КазНУ им. аль-Фараби, Сер. экологическая. 2004. № 2 (15). С. 12-15.

3. Брагина Т.М. Изменения структуры сообществ почвенных беспозвоночных степей Северного Тургая по градиенту засушливости местообитаний // Проблемы освоения пустынь. 2004. № 4. С. 53-58.

4. Брагина Т.М. Закономерности формирования сообществ беспозвоночных на залежных землях степного Казахстана // Докл. НАН РК. 2004. № 5. С. 88-91.

5. Брагина Т.М. Сравнительные исследования структуры животного населения почв целинных и залежных земель сухостепного Казахстана // Проблемы почвенной зоологии: Материалы III (XIII) Всероссийского совещания по почвенной зоологии, посвящ. 90-летию академика М.С. Гилярова (Йошкар-Ола, 01-05 октября 2002 года) / Под ред. Б.Р. Стригановой. Йошкар-Ола: KMK Scient, 2002. С. 30-31.

6. Брагина Т.М. Сравнительный анализ населения почвенных беспозвоночных степей и залежей в подзоне умеренно-сухих степей Казахстана // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. 2004. № 4. С. 25-30.

7. Брагина Т.М., Муратова С.М., Степанова Т.Н., Чабаненко Е.В. Изменения населения почвенных беспозвоночных (мезофауна) на степной трансекте Северного Казахстана (Костанайская область) // Степи Северной Евразии: Материалы IV Междунар. симпозиума. Оренбург: ИПК Газпромпечать», 2006. С. 139-142.

8. Брагина Т.М., Брагин Е.А., Рулёва М.М., Бобренко М.А. Влияние климатических факторов на состав и структуру сообществ почвенных беспозвоночных (мезофауна) целинных степей Костанайской

области // Султангазинские чтения: Материалы I-ой Междунар. науч.-практ. конф. (17-18 мая 2019 г.). Костанай: КГПУ, 2019. С. 198-202.

9. Брагина Т.М., Рулёва М.М. Сравнительный анализ структуры населения почвенных беспозвоночных целинных и залежных земель в подзоне обыкновенных черноземов в Костанайской области // ҚМПИ Жаршысы (Вестник КГПИ). 2023. № 1. С. 56-61.

10. Bragina T.M., Bragin E.A., Bobrenko M.A., Rulyova M.M. The comparative analysis of the soil invertebrate's communities (macrofauna) on virgin and cultivated lands of Kostanay district, Kostanay region // Publishings KSPI. 2019. No 2(54). P. 47-52.

11. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв. М.: Наука, 1965. 278 с.

12. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. М.: Высшая школа, 1971. 424 с.

13. Криволуцкий Д.А. Почвенная фауна в экологическом контроле. М.: Наука, 1993. 277 с.

14. Костанайская область. Энциклопедия. Алматы: Арыс, 2006. 736 с.

15. Bragina T.M. Soil macrofauna (invertebrates) of Kazakhstanian *Stipa lessingiana* dry steppe // Hacquetia, 2016. No 15/2. P. 105-112. https://doi.org/10.1515/hacq-2016-0017.

16. Нагуманова Н.Г. Влияние гидротермических условий почвы на комплексы беспозвоночных Бузулукского бора // Вестник ОГУ. 2006. № 4. С. 79-80.

17. Русанов А.М., Гаевская М.А. Изменения в сообществе почва растение почвенная мезофауна под влиянием антропогенной нагрузки // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 12(131). С. 129-131.

18. Pokarzhevskii A.D., Krivolutskii D.A. Problems of estimating and maintaining biodiversity of soil biota in natural and agroecosystems: a case study of chernozem soil // Agriculture, Ecosystems & Environment. 1997. No 62. P. 127-133. https://doi.org/10.1016/S0167-8809(96)01139-5.

19. Kunakh O., Zhukova Y., Yakovenko V., Zhukov O. The role of soil and plant cover as drivers of soil macrofauna of the Dnipro River floodplain ecosystems // Folia Oecologica. 2023. No 50 (1). P. 16-43.

УДК 574.9:595.727
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-216-221

СВЕТЛОКРЫЛЫЙ ПРУС (INSECTA, ORTHOPTERA) В СТЕПЯХ ВНУТРЕННЕЙ АЗИИ

CALLIPTAMUS ABBREVIATUS (INSECTA, ORTHOPTERA) IN THE STEPPES OF INNER ASIA

Ванькова И.А.
Vanjkova I.A.

Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия
Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

E-mail: i.vankova@g.nsu.ru

Аннотация. Обобщены литературные сведения о экологии, биологии и пространственном размещении популяций светлокрылого пруса *Calliptamus abbreviatus* Ikon. в степях Внутренней Азии, а также проанализированы обширные данные об этом виде, накопленные на кафедре общей биологии и экологии факультета естественных наук Новосибирского государственного университета более чем за 60 лет исследований. Показаны особенности эколого-географического распространения и зонально-ландшафтного распределения *C. abbreviatus* в степях Внутренней Азии – в западной и центральной частях ареала. Отмечена спорадичность поселений вида на всем протяжении области распространения. Определены значения морфометрических данных и частоты встречаемости 5 групп выявленных ранее рисуночно-окрасочных признаков трех выборок вида из данного региона: кулундинской. тувинской и забайкальской. Показано, что особи из Кулундинской степи самые короткокрылые. Выявлены различия рисуночно-окрасочной изменчивости трех групп выборок по четырем из пяти рассмотренных признаков. Максимальные различия выявлены между выборками из Тувы и Забайкалья, что свидетельствует о значительной изоляции популяционных группировок в монголо-южносибирской части ареала.

Ключевые слова: *Calliptamus abbreviatus,* Внутренняя Азия, морфометрические показатели, рисуночно-окрасочная изменчивость.

Abstract. The paper summarizes the published data on the ecology, biology and spatial distribution of populations of *Calliptamus abbreviatus* Ikon. in the steppes of Inner Asia, extensive data on this species accumulated at the Department of General Biology and Ecology of the Faculty of Natural Sciences of Novosibirsk State University over more than 60 years of researches have been analyzed. The features of the ecological and geographical distribution and zonal-landscape distribution of *C. abbreviatus* in the steppes of Inner Asia in the western and central parts of the range are shown. Sporadic settlements of the species have been noted throughout the distribution area. The values of morphometric data and the frequency of occurrence of 5 groups of previously identified color patterns of three population groups of the species from this region: the Kulunda steppe, Tuva and Transbaikalia were determined. It is shown that individuals from the Kulunda steppe are the shortest-winged. Differences in the color pattern variability of three groups of samples were revealed for four from the five considered features. The maximum differences were found between samples from Tuva and Transbaikalia, which indicates a significant isolation of population groups in the Mongolian-South Siberian part of the range.

Key words: *Calliptamus abbreviatus,* Inner Asia, morphometric characteristics, color pattern variability.

Введение. Род *Calliptamus* (прусы) по своему происхождения является древне-средиземноморским [1]. Светлокрылый прус *Calliptamus abbreviatus* Ikon. имеет наиболее восточный ареал среди видов рода. Вероятно, произошел от итальянского пруса в результате изоляции на Дальнем Востоке и Центральной Азии [2]. Светлокрылый прус обычен в степях Восточного Казахстана, Западной и Восточной Сибири, Монголии, Северного, Восточного и Центрального Китая. Основная часть ареала *C. abbreviatus* расположена на территории Внутренней Азии. Здесь он периодически вредит сельскому хозяйству, поэтому имеет хозяйственное значение.

На кафедре общей биологии и экологии факультета естественных наук Новосибирского государственного университета накоплены обширные материалы по этому виду. Фаунистические и эколого-географические исследования проводились в течение более чем 60 лет благодаря комплексным экспедициям под руководством И.В. Стебаева и М.Г. Сергеева. Часть данных опубликована [3-5], часть требует дальнейшей обработки.

Задача данного исследования – охарактеризовать особенности распространения светлокрылого пруса в степях Внутренней Азии и на примере выборок из трех районов данного региона показать его фенотипическую изменчивость.

Материалы и методы. Исследовано 340 коллекционных экземпляров светлокрылого пруса из трех частей Внутренней Азии: 1) Кулундинской степи (1999-2009): Северка, Бор-Форпост; 2) Тувы (1960, 1962, 1978, 2003, 2009): Усть-Элегест, Балгазын, оз. Чедер, Чаа-Холь, р. Шивилиг-Хем, Холь-Оожу) и 3) Забайкалья (2006): Даурский заповедник, Аргунский хребет (сборы Г. Акуловой). Количественные показатели измеряли с помощью бинокуляра МБС-10. Определяли длину надкрылья и длину заднего бедра самок и самцов светлокрылого пруса в количестве более 5 экземпляров коллекционных серий, полученных во время количественных учетов на ландшафтных профилях. Выделяли крайние значения. Рассчитывали индекс W/F (длина надкрылья к длине заднего бедра), его среднее и ошибку выборочной средней стандартными методами [6]. Для оценки рисуночно-окрасочной изменчивости определяли частоты встречаемости 5 групп ранее выделенных фенотипических признаков: 1) наличие светлых полос на затылке, 2) наличие светлых полос на переднеспинке, 3) наличие светлых полос на надкрыльях, 4) наличие трех черных пятна на внутренней стороне заднего бедра, 5) красный цвет внутренней стороны заднего бедра [7].

Результаты исследований и обсуждение. В зональном отношении *C. abbreviatus* распространен от лесостепей до полупустынь [8]. Оптимальны для него сухие степи и полупустыни [9], где светлокрылый прус заселяет все типы ландшафта, встречаясь при этом весьма локально [10]. Мозаичность поселений этого вида наблюдается на протяжении всего ареала. Светлокрылый прус приспособлен к условиям центральноазиатских районов со средне- и позднелетним максимумом осадков и более поздним вегетированием травянистой растительности [10]. Вид почти везде оказывает предпочтение ландшафтам с мозаичным ксероморфным травянистым покровом и присутствием каменистых субстратов. По жизненной форме в разных условиях обитания светлокрылый прус – открытый геофил [11], подпокровный геобионт [12], факультативный хортобионт [13].

В пищу *C. abbreviatus* использует в основном ксероморфные двудольные – как травянистые, так и кустарники, и полукустарники [14, 15]. В степных районах Восточного Казахстана, Тувы и Алтая является главным образом потребителем разнотравья [14]. Во Внутренней Монголии он потребляет в основном полыни и в существенно меньшей степени другое разнотравье [16, 17].

Ранее предложено деление области расселения светлокрылого пруса с эколого-географической точки зрения на три основные части: западную – приалтайскую, центральную – монголо-южносибирскую и восточную – притихоокеанскую [10]. Первые две расположены на территории Внутренней Азии.

В западной, приалтайской части ареала по Обь-Иртышскому водоразделу проходит западная граница области распространения светлокрылого пруса [18]. Здесь он достаточно обычен в сухих степях, но многочислен только на юге [19]. Заселяет степные полынно-злаковые и полынные ассоциации, солонцы в степной зоне, а также каменистые склоны и опушки и поляны в борах [20]. В Северо-Восточном Казахстане светлокрылый прус встречается в полупустынно-степном ландшафте [21, 22]. В зоне ленточных боров присутствует на пологих склонах холмов и грив и на ковыльно-полынных залежах [23, 24]. По опушкам ленточных сосновых боров проникает на север. Так вид был найден в Караканском бору Новосибирской области [25].

В степных и горностепных районах, примыкающих к Горному Алтаю, находится зона викариата двух близкородственных видов – светлокрылого и итальянского *C. italicus* L. прусов [26]. На северных отрогах Колыванского хребта (южнее с. Курья) оба вида обитают на каменистых участках южных склонов. Численность светлокрылого пруса в 1999 г. доходила до 80 экз./час, а итальянского – до 50 экз./час [27]. На равнинной территории Западного Алтая и Восточного Казахстана светлокрылый прус обитает на полынных и полынно-злаковых залежах [20, 21, 28]. Нами он обнаружен в единичном количестве южнее с. Северка Западного Алтая совместно с более массовым на равнине итальянским прусом [27]. В Восточном Казахстане светлокрылый прус встречается вместе с итальянским и пустынным *C. barbarus*, но в отличие от них тяготеет более к местообитаниям степного характера, чем к пустынным [28].

В центральной, монголо-южносибирской части ареала в Прибайкалье и Забайкалье вид встречается в степных и лесостепных районах, даже в горной тайге [29-31]. В горных котловинах юга Сибири светлокрылый прус связан с южными склонами (Балгазынская котловина, Алкучанский Говин, долина реки Ак-Суг) или подгорными равнинами и долинами рек (Шаранурская впадина, Убсунурская котловина) [32-37]. Его численность может быть довольно

высокой [38-40]. В степных экосистемах Юго-Восточного Забайкалья светлокрылый прус достаточно обычен [33]. В степях Селенгинского среднегорья порой является доминантом [13].

В Монголии этот вид распространен очень широко, заселяет почти всю страну, кроме пустынь, но наиболее обычен в северной и восточной части [41, 43]. Светлокрылый прус способен здесь размножаться в большом количестве и сильно вредить естественным пастбищам, сенокосам и культурным растениям [44-46]. В Гоби приурочен к остепненным склонам отдельных хребтов [44].

В Северном Китае основным пищевым растением светлокрылого пруса является *Artemisia frigida*, при этом выявлена взаимосвязь между увеличением биомассы данного растения и ростом численности светлогкрылого пруса [47]. В ряде провинций этот вид считается серьезным вредителем сельского хозяйства [48, 49]. Во Внутренней Монголии, светлокрылый прус встречается почти повсеместно [50, 51] и в довольно разнообразных растительных ассоциациях [50]. В ее центральной части этот вид тяготеет к степям с преобладанием *Stipa grandis* и *Aneurolepidium chinense* [16, 17, 53]. Отмечается совместное обитание светлокрылого и пустынного прусов *C. barbarus* (Costa) [54]. В целом в этом районе светлокрылый прус может быть охарактеризован как типично степной вид [52].

В восточной, притихоокеанской, части ареала вид встречается наиболее спорадически [10].

При сравненении видов рода *Calliptamus* по морфометрическим данным светлокрылый прус был отнесен в группу короткокрылых форм – индекс W/F менее 1,056±0,010 у самцов и менее 0,960±0,011 у самок [55]. Морфометрические показатели трех исследованных выборок из Внутренней Азии определены следующим образом: длина надкрылья самцов – от 8,3 мм до 13,5 мм, самок – от 13,1 мм до 22,3 мм; длина заднего бедра самцов – от 9,6 мм до 12,7 мм, длина заднего бедра самок – от 13,3 мм до 19,4 мм *(таблица 1)*. Эти данные в целом соответствуют ранее опубликованным [20, 55, 56]. Следует отметить, что саранчовые из Кулундинской степи наиболее короткокрылы (индекс W/F меньше единицы).

Таблица 1

Морфометрические показатели исследованных выборок пруса

Район исследований	Самцы		Самки		Индекс W/F (средн.)
	Длина надкрылья	Длина заднего бедра	Длина надкрылья	Длина заднего бедра	
Кулунда	12,1-8,3	12,5-9,6	22,3-15,0	18,8-15,2	0,980±0,056
Забайкалье	10,6-8,5	10,6-9,6	19,4-13,1	16,0-13,3	1,035±0,021
Тува	13,5-7,9	12,7-9,8	22,3-13,5	19,4-14,4	1,032±0,012

Имеющиеся в литературе указания на обнаружение итальянского пруса в Восточном Забайкалье [57, 58] следует, по-видимому, отнести к светлокрылому прусу. Средние значения морфологических показателей авторов соответствуют нашим данным по светлокрылому прусу. В отличие от него итальянский прус – вид с более длинными надкрыльями [55]. Изменчивость же окраски крыльев светлокрылого пруса упоминается в литературе [33, 34].

Сравнение рисуночно-окрасочной изменчивости трех групп популяций по 5 выделенным признакам показывает их различие по частотам встречаемости светлых полос на дорсальной стороне тела и цвета внутренней стороны заднего бедра *(рисунок 1)*. Максимальные различия выявлены между выборками из Тувы и Забайкалья, что свидетельствует о значительной изоляции популяционных группировок в монголо-южносибирской части ареала.

Заключение. Выявленные различия между географическими группами популяций светлокрылого пруса подтверждают заметный островной характер его распространения в пределах ареала, который хорошо прослеживается в моделях его эколого-географического распространения. Наибольшее своеобразие свойственно популяционным группировкам вида в центральной, монголо-южносибирской части ареала. В западной, приалтайской части области распространения его популяции отличаются наиболее короткими надкрыльями, тем самым усиливая различия с совместно с ним обитающим итальянским прусом, обладающим более длинными надкрыльями.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (22-66-00031).

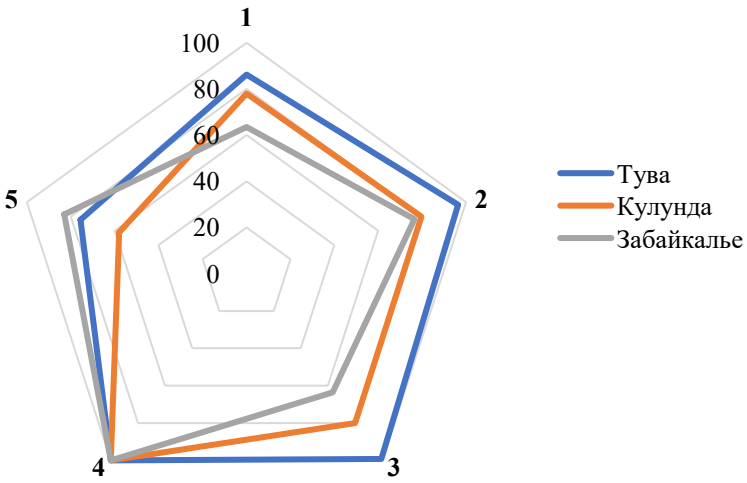


Рисунок 1. Распределение частот встречаемости рисуночно-окрасочных признаков светлокрылого пруса трех исследованных групп популяций.

Условные обозначения: 1 – светлые полосы на затылке, 2 – светлые полосы на переднеспинке, 3 – светлые полосы на надкрыльях, 4 – три черных пятна на внутренней стороне заднего бедра, 5 – красный цвет внутренней стороны заднего бедра.

Список литературы

1. Правдин Ф.Н., Мищенко Л.Л. Формирование и эволюция экологических фаун насекомых в Средней Азии. М.: Наука, 1980. 154 с.

2. Jago N.D. A revision of the genus *Calliptamus* Serville (Orthoptera, Acrididdae) // Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology. 1963. Vol. 13No 9. P. 289-350.

3. Стебаев И.В., Сергеев М.Г. Внутренняя ландшафтно-популяционная структура ареала на примере саранчовых // Журнал общей биологии. 1982. Т. 43. № 3. С. 399-410.

4. Сергеев М.Г. Биологическое разнообразие прямокрылых насекомых Северо-Восточной Палеарктики: распределение популяционных группировок // Сибирский экологический журнал. 1994. № 6. С. 547-554.

5. Sergeev M.G., Storozhenko S.Yu., Benediktov A.A. An annotated check-list of Orthoptera of Tuva and adjacent regions. Part 2. Suboder Caelifera. Tridactylidae, Tetrigidae, Acrididae: Melanoplinae, Calliptaminae и Gomphocerinae (exept Gomphocerini) // Far Eastern Entomologist. 2019. Vol. 389. P. 7-44. DOI 10.25221/fee.

6. Лакин Г.С. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. 352 с

7. Ванькова И.А. Опыт изучения фенотипической изменчивости саранчовых рода *Calliptamus* Serv. (Orthoptera, Acrididae) // Биологическое разнообразие животных Сибири: Научная конференция, посвященная 110-летию начала регулярных зоологических исследований и зоологического образования в Сибири, Томск, 28-30.10.1998. Томск, 1998. С. 35-36.

8. Сергеев М.Г., Сергеева Г.И. Закономерности зонального распределения прямокрылых (Orthoptera) Сибири, Дальнего Востока и Восточного Казахстана // Членистоногие Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1985. С. 51-67.

9. Сергеев М.Г. Закономерности распространения прямокрылых насекомых Северной Азии. Новосибирск: Наука, 1986. 237 с.

10. Сергеев М.Г., Ванькова И.А. Зонально-ландшафтное распределение светлокрылого пруса – *Calliptamus abbreviatus* (Orthoptera, Acrididae) // Зоол. журн. 1999. Т. 78. № 1. С. 31-36.

11. Стебаев И.В. Жизненные формы и половой диморфизм саранчовых Тувы и юго-восточного Алтая // Зоологический журнал. 1970. Т. 49. Вып. 3. С. 325-338.

12. Муравьева В.М. К вопросу репродуктивного поведения саранчовых разных жизненных форм // Животный мир Алтае-Саянской горной страны. Горно-Алтайск, 1993. С. 48-49.

13. Елаева Н.Ф. Население прямокрылых насекомых ковыльно-злаковых степей Селенгинского среднегорья // Региональные проблемы экологии и охраны животного мира: Всероссийская научная конференция, Улан-Удэ, 1-2.02.2019. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского университета, 2019. С. 48-52.

14. Пшеницына Л.Б. Трофическая специализация саранчовых одного биотопа и распределение их нагрузки на растительность // Вопросы экологии. Новосибирск, 1981. С. 66-84.

15. Пшеницына Л.Б. Пищевая избирательность и пол степных саранчовых // Экология. 1987. № 2. С. 80-82.

16. Kang L., Chen Y. Multidimensional analysis of resource utilization in assemblages of rangeland grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) // Entomologica Sinica. 1994a. Vol. 1. No 3. P. 264-282.

17. Kang L., Chen Y. Trophic niche of grasshoppers within steppe ecosystem in Inner Mongolia// Acta Entomologica Sinica. 1994b. Vol. 37. No 2. P. 178-189.

18. Сергеев М.Г., Ванькова И.А. Зонально-ландшафтное распределение популяционных группировок итальянского пруса *Calliptamus italicus* L. (Insecta, Orthoptera, Acrididae) // Сибирский экологический журнал. 1996. № 3-4. С. 219-225.

19. Бережков Р.П. Определитель саранчовых Западной Сибири. Новосибирск: Западно-Сибирское краевое издательство, 1937. 92 с.

20. Бережков Р.П. Саранчовые Западной Сибири. Томск: Изд-во Томского университета, 1956. 176 с.

21. Бей-Биенко Г.Я. Материалы по фауне Orthoptera Семипалатинского округа // Известия Западно-Сибирского отделения Русского географического общества. 1930. Т. 7. С. 189-213.

22. Zubovsky N.N. Zur Acridiodea-Fauna des asiatischen Russlands // Ежегодник Зоологического Музея АН. 1898. Т. 3. С. 68-110.

23. Мальковский М.П. Материалы о распространении саранчовых в Казахстане // Труды НИЗР КазАСХН. 1958. Т. 4. С. 225-228.

24. Бугаев Г.С. Стациальное распределение нестадных саранчовых в зоне ленточных сосновых боров в Северо-Восточном Казахстане // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. Алма-Ата, 1977. № 6. С. 37-40.

25. Ефремова О.В., Сергеев М.Г. Основные типы сообществ прямокрылых (Orthoptera) лесостепей правобережного Приобья // Вестник НГУ. Т. 7. Вып. 4. С. 76-80.

26. Сергеев М.Г., Молодцов В.В., Ванькова И.А., Батурина Н.С., Бывальцев А.М., Ефремова О.В. Специфика населения саранчовых (Insecta: Orthoptera: Acridoidea) в районах массовых размножений итальянского пруса (*Calliptamus Italicus* L.) на юго-востоке Западно-Сибирской равнины // Вестник НГУ. 2013. Т. 11. Вып. 3. С. 35-43.

27. Ванькова И.А., Сергеев М.Г. Особенности пространственного распределения светлокрылого пруса – *Calliptamus abbreviatus* Ikonn. (Orthoptera: Acrididae) на Западном Алтае // Животный мир Алтае-Саянской горной страны. Горно-Алтайск, 2002. С. 23-26.

28. Четыркина И.А. Прус или итальянская саранча (*Calliptamus italicus* L.) в Восточном Казахстане // Труды Всесоюзного энтомологического общества. 1958. Т. 46. С. 5-67.

29. Иванова И.В. Особенности фауны прямокрылых (Orthoptera) юга Красноярского края // Энтомологическое обозрение. 1967. Т. 46, № 1. С. 127-138.

30. Иванова И.В. Саранчовые и другие прямокрылые юга Красноярского края: Автореф. дисс. … канд. биол. наук.. Л.-Пушкин, 1968. 16 с.

31. Гусева В.С. Эколого-географический анализ распределения саранчовых в степной зоне // Фауна и экология животных. М.: МГПИ, 1972. С. 27-37.

32. Попов Г.А. Население саранчовых // Алкучанский Говин. М.-Л.: Наука, 1964а. С. 71-76.

33. Попов Г.А. О фауне саранчовых (Acridoidea) Юго-Восточного Забайкалья // Зоологический журнал. 1964б. Т. 43, № 9. С. 1309-1316.

34. Попов Г.А. Саранчовые юго-восточного Забайкалья (фауна, экология, вредная деятельность): Автореф. дис. … канд. биол. наук. Л., 1964. 18 с.

35. Казакова И.Г., Сергеев М.Г. Закономерности распределения популяций прямокрылых (Orthoptera) в естественных и антропогенных ландшафтах горных котловин юга Сибири // Энтомологическое обозрение. 1992. Т. 71. Вып. 4. С. 731-741.

36. Муравьева В.М. К вопросу репродуктивного поведения саранчовых разных жизненных форм // Животный мир Алтае-Саянской горной страны. Горно-Алтайск, 1993. С. 48-49.

37. Стебаев И.В., Пшеницына Л.Б., Молодцов В.В., Гижицкая С.А. Растительный покров и его деструкторы – саранчовые (Acridoidea) в сукцессионных рядах пересыхающих речных потоков в Убсунурской котловине Тувы // Сибирский экологический журнал. 1999. № 5. С. 533-543.

38. Сергеев М.Г. Население прямокрылых насекомых (Orthoptera) аридных гор внетропической Азии // Евразиатский энтомологический журнал. 2016. 15 (6). С. 503-513.

39. Сергеев М.Г. Население прямокрылых насекомых (Orthoptera) Южной Тувы (Шаранурская впадина) // Евразиатский энтомологический журнал. 2018. 17(2). С. 81-86.

40. Сергеев М.Г., Батурина Н.С. Разнообразие, высотное распределение и население прямокрылых насекомых (Orthoptera) Северо-Западной Тувы (бассейн р. Ак-Суг) // Евразиатский энтомологический журнал. 2017. 16 (3). С. 239-246.

41. Чогсомжав Л. Саранчовые (Acridoidea) и кузнечиковые (Tettigonioidea) Монгольской Народной Республики // Насекомые Монголии. Л.: Наука, 1972. Т. 1. С. 151-198.

42. Чогсомжав Л. Состав и распределение фауны ортоптероидных насекомых (Orthopteroidea) Монгольской Народной Республики // Насекомые Монголии. Л.: Наука, 1989. Вып. 10. С. 84-95.

43. Мягмар Г., Доржиев Ц.З., Гантигмаа Ч. Фауна прямокрылых насекомых (Orthoptera) пустыни Галбы юго-восточной Монголии // Региональные проблемы экологии и охраны животного мира: Всероссийская научная конференция, Улан-Удэ, 1-2.02.2019. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского университета, 2019. С. 53-59.

44. Чогсомжав Л.К вопросу зоогеографии Котловины Больших Озер и Гоби // Насекомые Монголии. Л.: Наука, 1974. Вып. 2. С. 10-13.

45. Чогсомжав Л. Ортоптероидные насекомые (Orthopteroidea), собранные отрядом Советско-Монгольской комплексной биологической экспедиции в 1971 г. // Насекомые Монголии. Л.: Наука, 1974. Т. 6. Вып. 3. С. 33-47.

46. Мищенко Л.Л. Ортоптероидные насекомые (Orthopteroidea), собранные энтомологической экспедицией Зоологического института Академии наук СССР в Монгольской Народной Республике в 1967 г. // Энтомологическое обозрение. 1968. Т. 47. Вып. 3. С. 482-497.

47. Huang X., Ullah H., Zhang Z., Lv S. *Artemisia frigida* (Asterales: Asteraceae) Improves the Growth of Grasshopper *Calliptamus abbreviatus* and Increases the Risk of Damaging Populations // Journal of Economic Entomology. 2020. 113(3). P. 1195-1201. DOI 10.1093/jee/toaa003.

48. Zhao F. The effect of hyper spectral change on grassland biomass after damage by *Calliptamus abbreviatus* populations of different densities // Acta Pratacultural Science. 2015. 24. P. 195-203.

49. Tian F. The occurrence pattern of *Calliptamus abbreviatus* in alfalfa fields and control measures // Pratacultural Science. 2003. 20. P. 80-81.

50. Li H., Ma Y., Zhang Z., Pan X., Ma A. Studies on the composition of Acridoidea fauna and its regional distribution in Nei Mongol (Inner Mongolia) Autonomous Region // Entomotaxonomia. 1990. Vol. 12, no. 3-4. P. 171-193.

51. Ma Y., Li H., Kang L. The grassland insects of Inner Mongolia. Tianze Eldonejo, 1991. 467 p.

52. Kang L., Li H., Chen Y. Studies on the relationships between distribution of Orthopterans and vegetation types in the Xilin River Basin district. Inner Mongolia Autonomous Region // Acta phytoecologica et geobotanica sinica. 1989. Vol. 13, no. 4. P. 34-349.

53. Kang L. Grasshopper-plant interactions under different grazing intensities in Inner Mongolia // Acta Entomologica Sinica. 1995. Vol. 15, no. 1. P. 1-11.

54. Huang W., Zhao Y., Zhang R., Wang L., Zhang Y., Zhu M., Wei S. Relationship between grasshopper outbreak and plant community in typical grassland of Yanchi in Ningxia // Pratacultural Science. 2014. No 31(2). P. 306-12.

55. Ванькова И.А. Эколого-географическое распределение саранчовых рода *Calliptamus* Serv. (Orthoptera, Acrididae): Дис. … канд. биол. наук. Новосибирск, 2005. 200 с.

56. Мищенко Л.Л. Насекомые прямокрылые. Саранчовые (Catantopinae) // Фауна СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952. Т. 4. Вып. 2. (Нов. сер. № 54). 610 с.

57. Гаранин К.Е., Черняховский М.Е. Внутривидовая изменчивость итальянской саранчи *Calliptamus italicus* (L.) // Актуальные проблемы биологической и химической экологии: материалы VI Междунар науч-практ конф., Мытищи, 26-28.02.2019. М.: Изд-во: Московский гос. обл. ун-т, 2019. С. 125-128.

58. Гаранин К.Е., Черняховский М.Е. К вопросу о географической изменчивости морфологических признаков итальянской саранчи *Calliptamus italicus* (L.) (Orthoptera, Acrididae) // Зоологический журнал. 2023. Т. 102. № 2. С. 172-180. DOI 10.31857/S004451342302006X.

УДК 633.88:581.9
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-222-227

ВИТАЛИТЕТНАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *DRABA CUSPIDATA* BIEB., КАК ОТОБРАЖЕНИЕ СПЕЦИФИКИ ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПЕТРОФИТОНА И ПЕТРОФИТНОЙ СТЕПИ ДОЛГОРУКОВСКОЙ ЯЙЛЫ (КРЫМ)

VITALITY AND SPATIAL STRUCTURE OF COENOPOPULATIONS *DRABA CUSPIDATA* BIEB. AS A REFLECTION OF THE SPECIFICITY OF ECOLOGICAL AND COENOTIC CONDITIONS OF PETROPHYTON AND PETROPHYTIC STEPPE OF DOLGORUKOVSKAYA PLATEAU (CRIMEA)

Вахрушева Л.П.[1], Абдулганиева Э.Ф.[2]
Vakhrusheva L.P.[1], Abdulganieva E.F.[2]

[1]Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского - природный заповедник РАН – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», Курортное, Феодосия, Республика Крым, Россия
[2]Эгейский Университет, Измир, Турция
[1]Vyazemsky Karadag Scientific Station – natural reserveof the RAS – branch FRC Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS (IBSS), Kurortnoye, Feodosia, Republic of Crimea, Russia
[2]Ege University, Izmir, Turkey

E-mail: [1]vakhl@inbox.ru, [2]eabdulganieva1993@gmail.com

Аннотация. Исследованиями и анализом пространственной и виталитетной структур трех ценопопуляций *Draba cuspidata* на разных типах щебнистых местообитаний Горного Крыма (Долгоруковская яйла) показаны их специфичные адаптивные вариации к соответствующим эколого-ценотическим условиям. Установлено, что в петрофитной степи ЦП 1 по виталитету – процветающая, преобладают особи класса *a*; контагиозная пространственная структура. ЦП 2 адаптирована обеими типами структур к жестким условиям скально-щебнистого местообитания: по виталитету – депрессивная (особи только класса *c*); пространственная структура – контагиозная. ЦП 3 на известняковом гребне: по виталитету – депрессивная, с преобладанием растений низшего класса виталитета (c=86%), при заметной роли промежуточного класса (b=18%); случайный тип пространственной структуры.
Ключевые слова: *Draba cuspidata*, виталитет, пространственная структура, Горный Крым, щебнистые местообитания.

Abstract. Research and analysis of the spatial and vitality structures of three coenopopulations of *Draba cuspidata* in different types of gravelly habitats of the Crimean Mountains (Dolgorukovskaya Yaila) showed their specific adaptive variations to the corresponding ecological and coenotic conditions. Coenopopulation 1 in terms of vitality is prosperous, individuals of class *a* predominate; group type of spatial structure it has been established that in the petrophytic steppe. Coenopopulation 2 is adapted by both types of structures to the harsh conditions of rocky-gravel habitat: according to vitality there is depression (individuals of class *c* only); the spatial structure is group type. Coenopopulation 3 on the limestone ridge: according to vitality there is depression with a predominance of plants of the lowest vitality class (*c*=86%), with a noticeable role of the intermediate class (*b*=18%); spatial structure is random type.
Key words: *Draba cuspidata*, vitality, spatial structure, Mountain Crimea, gravelly habitats.

Введение. Для Крымского полуострова, как одного из важнейших центров биоразнообразия, актуальными действиями в общей природоохранной стратегии является получение разносторонних сведений о состоянии популяций охраняемых видов растений в пределах их крымского ареала [1, 2]. Как правило, в охранные списки разного уровня вносятся виды, популяции которых имеют низкую природную численность в естественных фитоценозах, а повсеместное возрастание антропогенного пресса в геометрической прогрессии усиливает процессы деструкции как самих фитоценозов, так и связанных с ними ценопопуляций охраняемых растений [3]. Вид *Draba cuspidata* Bieb., отмеченный в системе МСОП природоохранным статусом NT (Near Threatened) – находящийся в состоянии, близком к угрожаемому [4], не вошел в региональные Красные книги [5, 6], однако, как таксон, имеющий международный уровень охраны, нуждается в получении разносторонних данных о состоянии

популяций в разных точках ее крымско-малоазиатского ареала. В пределах крымской части ареала было начато популяционное изучение *Draba cuspidata:* детально исследовано анатомическое строение вегетативных органов, уточнены и подтверждены данными анатомической структуры некоторые черты экологии и морфологии [7].

Целью настоящей работы является изучение пространственной и виталитетной структур ценопопуляций *Draba cuspidata* Bieb. на разных типах щебнистых местообитаний Горного Крыма.

Материал и методы. Исследования проводились в Горной части Крымского полуострова, на Долгоруковской яйле, площадь которой около 120 км^2, высота колеблется в пределах 560-1025 м н.у.м. Основной почвообразующей породой на всем массиве яйлы являются верхнеюрские известняки [8]. Объект исследования – *D. cuspidata* распространен на разнообразных щебнистых и скальных местообитаниях в Горной части Крыма, начиная с высоты около 500 м н.у.м. и до верхнего горного пояса [9]. Таким образом, по приуроченности к субстрату это – классический литофит. По экобиоморфе – розеточный стержнекорневой полукустарничек с симподиальным типом нарастания надземных побегов, отсутствием приспособлений к вегетативному размножению, облигатный гелиофит, ксеромезофит [10, 7]. Характеризуется некоторой вариабельностью биоморфы: в петрофитных степях, на щебнистых осыпях и в глубоких кавернах скал образует жизненную форму полукустарничка с рыхлым размещением надземных побегов; на поверхности скал, при минимальном количестве субстрата, как правило, формирует подушковидную жизненную форму, отмеченную и у других видов этого рода [11].

D. cuspidata исследовался на нижнем структурном массиве Долгоруковской яйлы, где его ценопопуляции формируют три локалитета *(рисунок 1)*.



Рисунок 1. Расположение ценопопуляций *D. cuspidata* на Долгоруковской яйле (1-3 – номера цепопопуляций).

Первая ценопопуляция (ЦП 1) *D. cuspidata* располагается на высоте 750 м н.у.м., на пологом юго-западном склоне Долгоруковской яйлы крутизной 12-13°. Почва под петрофитной степью плотная, каменистая (до 60% щебня), мощность почвенного покрова невелика, поскольку с глубины около 20 см начинается почти сплошной скальный грунт верхнеюрских известняков.

ЦП 2 локализуется перед бровкой яйлы на высоте 650 м н.у.м., на юго-западном склоне крутизной 45°. Этот участок – подвижный петрофитон, где отсутствует почвенный покров, субстрат состоит почти из сплошного щебня, среди которого нередко встречаются глыбы известняковых скал, полностью лишенные растительности или с единично произрастающими растениями. Фитоценоз с ЦП 2 представляет скально-осыпной флористический комплекс, типичный для скально-щебнистых мест обитаний, отличающихся экстремальностью условий [12].

ЦП 3 также располагается на Долгоруковской яйле, на гребне верхнеюрских известняков высотой около 60-150 см, при ширине от 50 до 200 см. Он изрезан каррами глубиной от 3-4 см до 20 см, которые формируют достаточно благоприятные условия для накопления мелкозема и небольших объемов почвы, необходимых для поселения и развития *D. cuspidata* и других литофитов. Известняковый гребень простирается параллельно бровке яйлы примерно на 100 м, но находится здесь ниже предыдущих участков (600 м н.у.м.), располагаясь от предыдущих двух ценопопуляций на расстоянии около 11 км, поэтому ЦП 3 может рассматриваться как самостоятельная популяция [13]. По структуре – это типичная линейная популяция, пространственное размещение которой, с одной стороны, обусловлено формой рельефа, с другой – экологическими предпочтениями *D. cuspidata* к определенному эдафотопу.

Исследование растительности (флористического состава, проективного покрытия), численности и плотности ценопопуляций проводили стандартными геоботаническими методами [14-16]. Встречаемость видов оценивали по коэффициенту R%, как отношение числа учетных площадок, на которых встретился вид, к общему числу исследованных площадок [14]. Пространственное распространение особей ценопопуляций определяли методом ближайшего соседа с последующим расчётом коэффициента П. Кларка-Эванса [17] и поправочного коэффициента [18]. Для изучения виталитетной структуры применяли вариант трехмерного ранжирования особей на классы виталитета: a (высший), b (промежуточный), c (низший) по детерминирующему комплексу признаков [19]. Данные анализировались с помощью авторской компьютерной программы «VITAL». К процветающим относили ценопопуляции с преобладанием особей высшего класса ($Q=1/2(a+b)>c$), к равновесным – при равной встречаемости особей всех классов ($Q=1/2(a+b)=c$) и к депрессивным – ценопопуляции с господством особей низшего класса градации ($Q=1/2(a+b)<c$) [20].

Выделение ассоциаций проведено согласно доминантному (физиономическому) подходу классификации растительности [14].

Результаты и обсуждение. В течение трех лет наблюдений проективное покрытие травостоя в степном фитоценозе, где произрастает ЦП 1, составляло 65-70% и отличалось богатым видовым составом злаков-степантов: *Festuca rupicola* Heuff., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Bromopsis riparia* (Rehmann.) Holub., *Stipa capillata* L. В связи со значительной щебнистостью почв, здесь сложились благоприятные условия и для кальцефильных полукустарничков, из которых наиболее обильны *Teucrium polium* L., *Teucrium chamaedrys* L., *Helianthemum stevenii* Mill. и кустарничек *Genista albida* Willd. Преобладающие значения проективного покрытия постоянно были у *Festuca rupicola* Heuff. (20-23%) и *Teucrium chamaedrys* L. (14-17%), которые, таким образом, формировали ассоциацию Festucetum teucriosum (chamaedrys). В петрофитной степи на пробной площади размером 100 м^2 в момент исследований произрастало 59 экземпляров крупки, однако ЦП 1 захватывала площадь около 300 м^2 с общей численностью 176 особей, а, следовательно, плотность в пределах пробной площади составляла 0,59/1 шт/м^2, при этом визуально создавалось впечатление об относительно равномерном распределении здесь особей крупки, что и подтвердила величина коэффициента встречаемости R – 46% (III класс встречаемости) [14]. Однако, характер размещения особей *D. cuspidata* на площади степного сообщества заметно отличался: растения нередко росли группами (7-12 шт.) и концентрировались в локусах фитоценоза с повышенной щебнистостью грунта. Избранный метод ближайшего соседа в оценке характера распределения особей по всей площади, занимаемой ценопопуляцией [17], позволил выявить более объективную картину: среднее расстояние между особями (rA) в петрофитной степи составило 0,54±0,04 м. Коэффициент Кларка-Эванса (R) оказался равным 1,96 (достоверен на уровне 0,05) и существенно отличался от значений при случайном распределении (rE=0,27), что позволило оценить характер распределения особей для ЦП 1 в петрофитной степи как групповой.

На пробной площади фитоценоза с ЦП 2 произрастало 18 видов растений, проективное покрытие колебалось в пределах 25-30%, только в местах сосредоточения *Teucrium chamaedrys* L. и *Genista albida* Wiild. покрытие достигало до 40%. Фитоценоз принадлежит к ассоциации Teucrietum genistiosum, по основной биоморфе в нем преобладают полукустарнички (44,4%). Флористическое ядро этого комплекса представлено типичными петрофитами (*Teucrium chamaedrys, T. polium, T. jailae, Genista albida* и др.), которые преимущественно локализованы на щебенчато-осыпной части местообитания. На щебенчато-осыпном субстрате особи *D. cuspidata* произрастают единично, но образует небольшие локусы из 3-4 экземпляров в кавернах скал, где накапливается мелкозем. На петрофитоне склона на пробной площади 100 м^2 отмечено 11

экземпляров крупки, т.е. плотность 0,11 шт/м^2. Визуально *D. cuspidata* распределена крайне неравномерно и чаще всего на скалах, в кавернах с мелкоземом или трещинах и достигала всего 18% встречаемости (V класс). Площадь петрофитона с ЦП 2 около 300 м^2, на которой обнаружена 21 особь. Особи *D. cuspidata* ЦП 2 в среднем расположены друг от друга на расстояниях (rA), равных 5,12±0,23 м и собраны небольшими, значительно удаленными друг от друга группами, для которых коэффициент Кларка-Эванса (R) соответствует 6,33 и, следовательно, достоверно отличается от rE, поскольку равен 0,80.

ЦП 3 произрастает на гребне, сформированном верхнеюрскими известняками. Вследствие того, что гребень выходит на дневную поверхность на участке с хорошо развитым покровом лугово-черноземных почв, его флористический комплекс резко отличается от фоновой растительности горно-луговых степей. С северной стороны к гребню примыкают разреженно произрастающие кустарники: *Carpinus orientalis* Mill.*, Ligustrum vulgare* L.*, Cornus mas* L.*, Prunus spinosa* L, *Swida australis* Pojark.ex Grossh.*, Rosa tomentosa* Smith., которые обильно увиты побегами лианы *Clematis vitalba* L., что создает некоторое затенение для видов, растущих на гребне. Непосредственно на известняковом гребне встречены преимущественно петрофиты: *Teucrium polium* L., *Teucrium chamaedrys* L., *Genista albida Willd.*, *Anthyllis taurica* Juz., *Sideritis taurica* L., *Inula oculus-christi* L., *Helianthemum grandiflorum* (Scop.) DC., *H. stevenii* Rupr.ex Juz.et Pozd., *Pimpinella lithophila* Schischk., *Alyssum obtusifolium* Stev, ex DC. и объект нашего исследования *D. cuspidata,* которая, повторяя рельеф и пространственную конфигурацию гребня, формирует здесь классическую линейную популяцию. На протяжении 100 м гребня было зафиксировано произрастание 32 экземпляров крупки, в линейной популяции были найдены только 12 экземпляров, которые выходили за гребень и росли рядом с ним, что позволяет оценить общий размер площади площади ценопопуляции в 130 м^2, т.е. плотность соответствует 44 экземплярам на 130 м^2 (0,34 шт/м^2). В расположенной рядом горно-луговой степи крупка не была обнаружена. Пространственное распространение особей в ЦП 3 также оценено на основании расчетов по избранной методике [17], что показало случайный характер их распределения в пределах линейной популяции: R равен 0,76 и недостоверно отличается от rE, равного 0,36, при этом среднее расстояние между особями составляет в данном локалитете 0,30±0,8 м. На наш взгляд, случайное распределение особей этой ценопопуляции обусловлено приуроченностью растений крупки к определенным участкам на гребне – это каверны и трещины, возникающие здесь вследствие случайно складывающихся условий внешней среды (погодное, суточное или климатически обусловленное замораживание-размораживание, проникновение воды в трещины известняка и последующее резкое ее высушивание, перепады дневных-ночных температур, особенно в зимнее время и т.д.). Такой характер случайной картины появления углублений в известняке приводит и к случайному распределению растений крупки, находящей благоприятные условия для своего произрастания именно в этих углублениях.

В задачу данного исследования входило также изучение виталитетного состава ценопопуляций по избранным признакам, поскольку через показатели виталитета особей наиболее четко вырисовывается картина соответствия среды с точки зрения оптимальности ее условий для произрастания данного растения. Для определения виталитетной структуры ценопопуляций использованы данные о высоте генеративного побега, о числе цветков в соцветии и диаметре розеток листьев зрелых генеративных особей. Вследствие небольшого числа особей в цепопопуляциях замеры признаков у растений проводились не на пробных площадях, а для всех особей зрелого генеративного возраста, входящих в соответствующую ценопопуляцию. В ЦП 1 идентифицирована 21 особь в зрелом генеративном состоянии, в ЦП 2 их было 14 и в ЦП 3 – 15 особей. Согласно полученным расчетам, для каждой ценопопуляции были выявлены доли особей разных классов виталитета *(таблица 1)*.

Таблица 1

Оценка виталитета ценопопуляций *D. cuspidata*

№ ЦП	Название ЦП	Доля особей по классам			Индекс качества популяции (Q)	Тип популяции
		a	b	c		
1	ЦП 1	0,95	0,04	0,00	0,5	Процветающая
2	ЦП 2	0,00	0,00	1	0,00	Депрессивная
3	ЦП 3	0,00	0,13	0,86	0,06	Депрессивная

Полученные значения индекса Q показывают, что только ЦП 1 принадлежит к процветающему типу, поскольку в ней доминируют растения высшего класса виталитета (a). Величина Q и соотношения особей разных классов виталитета для ЦП 2 и ЦП 3 показывают их депрессивный тип, поскольку в ЦП 2 все зрелые генеративные растения относятся к низшему классу виталитета, а в ЦП 3 в этой группе существенно преобладают (86%) особи низшего класса *(рисунок 2)*.

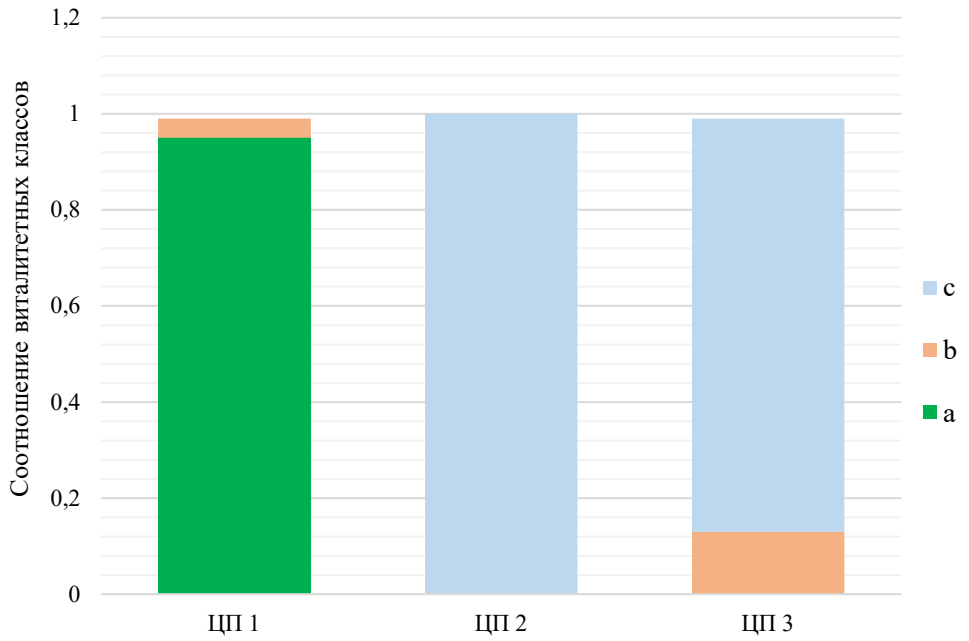


Рисунок 2. Виталитетная структура ценопопуляций *D. cuspidata.* (ЦП – ценопопуляция) a – высший класс; b – промежуточный класс; c – низший класс растений.

Выводы. В исследованных местообитаниях Долгоруковской яйлы у *D. cuspidata* выявлены разнообразные адаптации к соответствующим эколого-ценотическим условиям, которые реализованы через пространственную и виталитетную структуры его ценопопуляций.

ЦП 1 в петрофитной степи характеризовалась групповым (контагиозным) пространственным размещением особей: растения *D. cuspidata* преимущественно локализованы на участках высокой щебнистости, менее пригодных для произрастания степных видов, тем самым этой ценопоуляцией была избрана адаптивная стратегия ухода от прямого соперничества с типичными степантами за ресурсы среды. По виталитету ЦП 1 – процветающая, что, вероятно, свидетельствует об экологическом предпочтении видом почв с большим количеством питательных веществ, нежели их содержится на скальных и щебнистых экотопах.

ЦП 2 на скально-осыпном экотопе имеет также групповой тип пространственной структуры, т.к. ее скопления тяготеют к локусам, где накапливаются почва и мелкозем, поскольку голые поверхности скал и щебнистые осыпи не являются оптимальными для произрастания даже типичных литофитов: ЦП 2 имеет наименьшую численность, плотность и наиболее высокие значения расстояний между растениями. Виталитет ЦП 2 подтвердил экстремальность условий ее обитания на скально-щебнистом экотопе: она депрессивного типа с наличием особей только третьего класса виталитета (c).

Для ЦП 3 жесткость скального местообитания известнякового гребня частично нивелируется тенью примыкающих к нему с севера кустарников, а большая глубина каверн и трещин создает достаточно благоприятные условия, по сравнению с открытым скально-щебнистым экотопом ЦП 2. Отсюда и тип пространственной структуры, повторяющий случайное появление локусов, пригодных для жизни крупки, т.е. случайный тип распределения растений и, хотя и депрессивный тип популяции, но все-таки сглаженный появлением заметного числа особей среднего класса виталитета (b).

Таким образом, пространственная и, особенно, виталитетная структура ценопопуляций *D. cuspidata* не только отображают специфику каждого из изученных экотопов с точки зрения эколого-ценотических условий, но и позволяют предположить, что выход на петрофитные

местообитания, вероятнее всего, произошел в результате эдафо-ценотических эволюционных адаптаций ценопопуляций к местообитаниям, мало пригодным для жизни других растений, но дающим возможность выживания в экстремальных условиях мало конкурентно способного вида.

Список литературы

1. Выработка приоритетов: новый подход к сохранению биоразнообразия в Крыму. Результаты программы «Оценка необходимости сохранения биоразнообразия в Крыму», осуществленной при содействии Программы поддержки биоразнообразия BSP.
2. IUCN Standards and Petitions Committee. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 15.1. Prepared by the Standards and Petitions Committee. 2022. 114 p.
3. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методы изучения. Сумы: Унив. кн., 2013. 439 с.
4. Walter K.S., Gillett H.I. 1997 IUCN Red list of Threatened Plants. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN – The World Conservation Union, 1998. 862 p.
5. Красная книга Республики Крым: Растения, водоросли и грибы / Отв. ред. А.В. Ена, А.В. Фатерыга. Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. 480 с.
6. Красная книга города Севастополя / Главное управление природных ресурсов и экологии города Севастополя. Калининград; Севастополь: ИД «РОСТ-ДОАФК», 2018. 432 с.
7. Вахрушева Л.П., Николенко В.В. *Draba cuspidata* Bieb. – редкий вид флоры горного Крыма: биоморфология, анатомия, перспективы охраны // Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки». 2017. Т. 22. Вып. 5. С. 850-855.
8. Геология СССР.Т.VIII. Крым.ч.I. Геологическое описание. М.: Недра, 1969. 575 с.
9. Вульф Е.В. Флора Крыма. Т. II, вып. I. Двудольные. М.-Л.: ОГИЗ-Сельхозгиз. 1947. 329 с.
10. Голубев В.Н. Биологическая флора Крыма. Ялта, 1996. 125 с.
11. Флора Европейской части СССР / Под ред. А.А. Федорова. Л.: Наука, 1979. Т. IV. 355 с.
12. Рыфф Л.Э. Основные проблемы классификации петрофитной растительности и перспективы их решения // Сборник научных трудов ГНБС. 2016. Т. 143. С. 173-184.
13. Seybold S. Über die Größe von Populstionen höherer Pflanzen // Jahresh. Ges. Naturk. Württrmberg. 1980. Vol. 135. P. 252-254.
14. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. 447 с.
15. Уранов А.А., Богданова А.Г., Григорьева Н.М. Ценопопуляции растений (развитие и взаимоотношения). М.: Наука, 1975. 136 с.
16. Работнов Т.А. Фитоценология. М.: Изд. МГУ, 1992. 352 с.
17. Clark P.J., Evans F.C. Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations // Ecology. 1954. Vol. 35. No. 4. P. 445-453.
18. Cottam, G., Curtis, J.T. The Use of Distance Measures in Phytosociological Sampling // Ecology. 1956. Vol. 37(3). P. 451-460. DOI 10.2307/1930167.
19. Злобин Ю.А. О неравноценности особей в популяциях растений // Ботанический журнал. 1980. Т. 65. № 3. С. 311-322.
20. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов: теоретические основы и методика изучения. Сумы: Университетская книга, 2013. 439 с.

УДК 91:528.932 (575.4)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-228-236

РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССОВ ОПУСТЫНИВАНИЯ В ЗАПАДНОМ ТУРКМЕНИСТАНЕ
DEVELOPMENT OF DESERTIFICATION PROCESSES IN WESTERN TURKMENISTAN

Вейсов С.К., Хамраев Г.О.
Veysov S.K., Hamraev G.O.

Туркменский Государственный университет имени Магтымгулы, Ашхабад, Туркменистан
Turkmen State University named after Magtymguly, Ashgabat, Turkmenistan

E-mail: wsultan@mail.ru, gapur2013@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены результаты многолетних исследований авторов по разработке принципов проектирования и размещения различных инженерных объектов в эоловом рельефе Западного Туркменистана и выбора методов их защиты от процессов техногенного опустынивания. Их выводы основываются на комплексном анализе многолетних данных ветрового режима территории, которые включают в себя активные скорости ветров по шестнадцати румбам. Кроме того, при изучении процессов опустынивания важную роль играет определение функциональной зависимости количества переносимого песка от скорости ветра. На этой территории наблюдаются высокие скорости ветра, которые превышают 18-25 м/сек, что приводит весь поверхностный слой песка в активное движение. На природные процессы опустынивания накладываются и антропогенные, что ведет к развитию техногенного очагов опустынивания. Для определения степени угрозы песчаных заносов на различных инженерных сооружениях, возводимых в условиях Западного Туркменистана, необходимо учитывать прогнозные показатели переноса песка за единицу времени. Они были рассчитаны по двум метеостанциям: Айдын и Джебел с учетом литологических, климатических и геоморфологических условий. Проведенный анализ показывает крайне неблагоприятную инженерно-геологическую обстановку для строительства линейных, точечных и площадных объектов. Исходя из данного анализа, мы рекомендуем для защиты различных типов инженерных объектов от подвижных техногенных песков, использовать метод без аккумулятивного переноса песка, который основан на принципе правильного размещения или вписывания объекта в окружающие формы песчаного рельефа. Следует использовать местные материалы, включая глину, которая позволяет бронировать поверхность барханных форм и обеспечивает перенос песка без его отложения на самом объекте, например на автомобильной дороге. Кроме того, для данных условий, необходима полная стабилизация очагов выноса песчаного материала, что позволяет существенно повысить эффективность эксплуатации инженерных объектов. Комбинированные методы с использованием механических видов защит с фитомелиоративными мероприятиями, мы рекомендуем проводить только на крупных песчаных массивах с частично сохранившейся пустынной растительностью. В противном случае, через 1-1,5 года, они будут полностью занесены песком, что вынудит устанавливать дополнительные клеточные механические защиты, что приведет к существенным экономическим потерям.

Ключевые слова: Опустынивание, техногенное процессы, Западный Туркменистан, ветровой режим, перенос песка, дефляция, методы защиты, инженерные объекты.

Abstract. The article discusses the results of many years of research by the authors on the development of principles for the design and placement of various engineering facilities in the aeolian relief of Western Turkmenistan and the selection of methods for their protection from the processes of techno genic desertification. Their conclusions are based on a comprehensive analysis of long-term data on the wind regime of the territory, which includes active wind speeds in sixteen directions. In addition, when studying desertification processes, an important role is played by determining the functional dependence of the amount of sand transported on wind speed. In this area, high wind speeds are observed, which exceed 18-25 m/sec, which causes the entire surface layer of sand to actively move. Natural desertification processes are superimposed on anthropogenic ones, which leads to the development of man-made desertification centers. To determine the degree of threat of sand drifts at various engineering structures erected in the conditions of Western Turkmenistan, it is necessary to take into account the predicted indicators of sand transfer per unit of time. They were calculated for two weather stations: Aydin and Jebel, taking into account lithological, climatic and geomorphological conditions. The analysis shows an extremely unfavorable engineering and geological situation for the construction of linear, point and area objects. Based on this analysis, we recommend using a method without accumulative sand transfer to protect various types of engineering objects from moving techno genic sands, which is based on the principle of correct placement or inscription of the object into the surrounding sandy relief forms. Local materials should be used, including clay, which allows you to armor the surface of the dune forms and ensures the transfer of sand without its deposition on the object itself, for example, on a highway. In addition, for these conditions, it is necessary to completely stabilize the sources of sandy material, which can significantly increase the efficiency of operation of engineering facilities. We recommend combining methods using mechanical types of protection with phytomelioration measures only

on large sandy massifs with partially preserved desert vegetation. Otherwise, after 1-1.5 years, they will be completely covered with sand, which will force the installation of additional cellular mechanical protection, which will lead to significant economic losses.

Key words: Desertification, techno genic processes, Western Turkmenistan, wind regime, sand transport, deflation, protection methods, engineering facilities.

Среди глобальных экологических проблем, опустынивание занимает особое место. Аридные земли, где наиболее вероятно возникновение процессов опустынивания, занимают около 47,5% земной суши. Опустынивание – совокупность физико-географических и антропогенных процессов, приводящих к разрушению аридных и полуаридных экосистем и деградации всех форм органической жизни. Процесс опустынивания может быть обратимым и необратимым. Опустынивание считается обратимым, если биологическая продуктивность может быть восстановлена кратковременным отдыхом экосистем (порядка 5-10 лет), и необратимым, требующим для восстановления биоты длительного периода (десятки и сотни лет), включая и активные фитомелиоративные мероприятия [1, 2].

Активное промышленное освоение территорий Западного Туркменистана сопровождается строительством различных типов инженерных объектов: линейных (трубопроводы, автомобильные и железные дороги), точечные (ЛЭП) и площадных объектов, что привело к резкому увеличению антропогенной нагрузки на окружающие пустынные экосистемы. В результате планировки песчаной поверхности на значительных площадях исследуемой территории стал активно развиваться техногенный тип опустынивания, что сопровождается деградацией почвенно-растительного покрова и потере биоразнообразия *(рисунок 1)*.

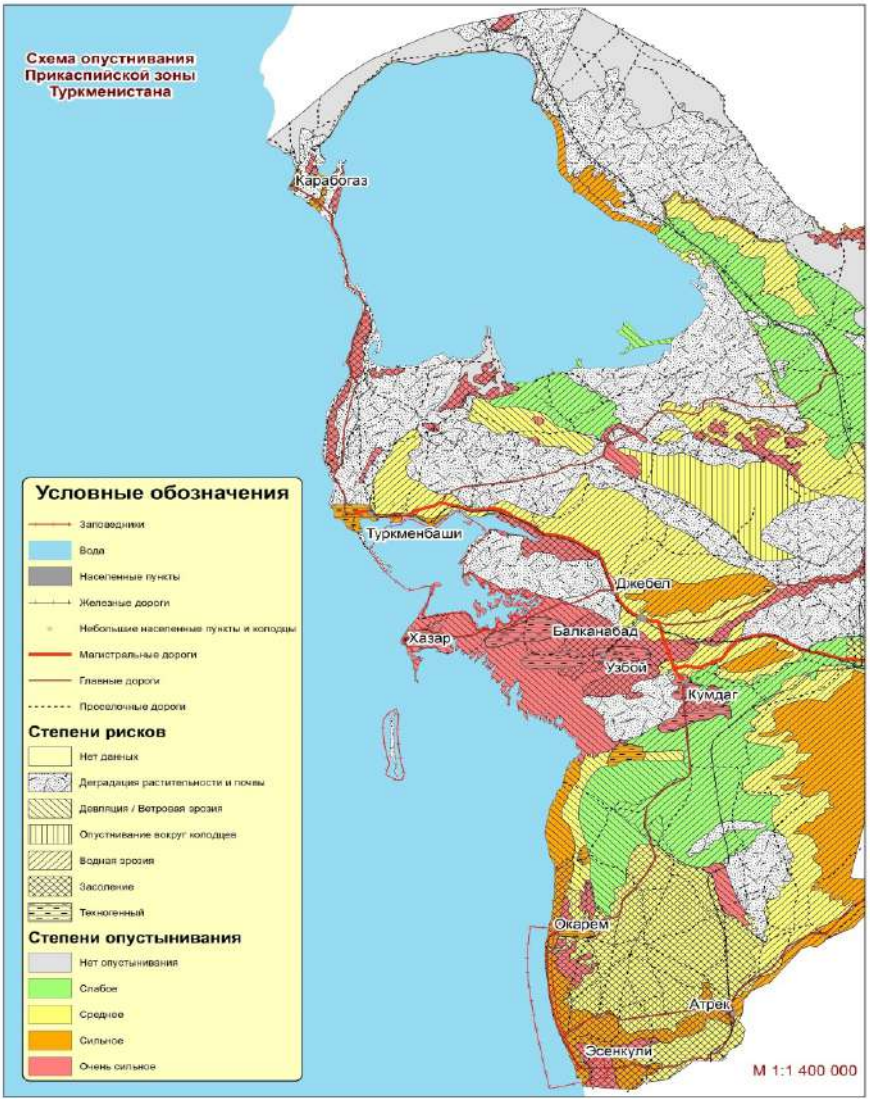


Рисунок 1. Развитие процессов опустынивания в Западном Туркменистане.

Вокруг нефтяных месторождений возникли новые массивы техногенных подвижных песков, а на эоловых формах рельефа значительно увеличились процессы дефляции. Все выше сказанное требует необходимость всестороннего изучения процессов и динамики развития опустынивания, а также разработки эффективных методов уменьшения их негативного влияния и стабилизации устойчивости пустынных экосистем.

В настоящее время в Туркменистане разработаны руководящие принципы долговременной политики по борьбе с процессами опустынивания, которые приведут к сохранению окружающей среды и повысят ее ресурсный потенциал. Туркменистан, придает большое значение эколого-экономическим проблемам и показывает свою решимость участвовать в достижении экологической безопасности в интересах нынешнего и будущих поколений и в 1995 году присоединился к Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием, а в 1996 году Меджлис страны ратифицировал ее.

Антропогенное вмешательство без учета специфических природных условий исследуемой территории, является активным ускорителем развития процессов опустынивания.

Поэтому исследование причин возникновения и усиления данных процессов в Западном Туркменистане уделяется пристальное внимание, а основой их комплексного изучения стала Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО) и карты, подготовленные учеными Института пустынь Академии наук Туркменистана [3-5]. В Национальном институте пустынь, растительного и животного мира Министерства охраны окружающей среды Туркменистана была разработана и много лет используется эффективная методология по защите от песчаных заносов и выдувания различных типов инженерных объектов, построенных и строящихся в пустыни Каракум. Кроме того, на практике широко используются методы расчета возможных объемов переноса песка с различных форм эолового рельефа. На основе полученных по данной методологии результатов, разрабатываются эффективные практические рекомендации по предотвращению дефляционных процессов для конкретного региона пустыни Каракум, в том числе и Западного Туркменистана [6].

Исследования гранулометрического состава эоловых песков Западного Туркменистана показывают, что одним из критериев для выявления источников питания и установления генетической связи эоловых песков с исходными являются частицы более 0,25 мм. Они индицируют источники выноса песчаного материала. В районе исследований частицы крупнее 0,25 мм распределяются крайне неравномерно. В основном песчаный материал поступает за счет развевания исходных новокаспийских отложений. Литологические характеристики Западного Туркменистана, ясно показывают неблагоприятную инженерно-геологическую обстановку, потому что пески в основном, легко перевеваемые и размещены в зоне активных ветров, а это обуславливает их высокую подвижность. Основные формы эолового рельефа не обладают динамическим равновесием, а высокая засоленность почвы и близкое залегание грунтовых вод препятствует развитию растительного покрова.

Район характеризуется незначительной годовой суммой атмосферных осадков (Балканабате – 153 мм), которые выпадают главным образом в виде дождя. Наибольшее их количество приходится на весну. Из-за высоких температур и низкой влажности воздуха испарение в 21-24 раза превышает количество выпадающих осадков. Данный регион отличается большими амплитудами температур, незначительным количеством осадков и большими скоростями ветра, что обусловлено географическим положением и влиянием масс воздуха, поступающих с севера и юга Каспийского моря. В июле абсолютный максимум температуры воздуха достигает в Балканабате +47°. Абсолютный минимум отмечен в январе в Балканабате -25°. Летом поверхность песков нагревается до 65°. Высокие температуры поверхности почвы отрицательно влияют на жизнедеятельность растительности (ожоги корневых шеек и всходов молодых растений).

Особое место в развитии процессов опустынивания занимает ветровой режим. Сильные и постоянные ветры сопровождаются интенсивной дефляцией и образованием пыльно-песчаных бурь. Вследствие орографических особенностей региона воздушные потоки приобретают здесь четко выраженное направление и большую скорость. Северо-восточные и восточные ветры преобладают в зимне-весенний период, отличаются продолжительностью и высокими скоростями.

Интенсивность выноса, переноса и аккумуляции песка зависит от скорости ветра, ветроустойчивости поверхности и обтекаемости элементов рельефа. Вынос и отложение песка и пыли в условиях дефляции всегда сосуществуют на любой поверхности и являются лишь

этапами единого процесса переноса песчаных частиц. Вынос с территории характеризуется глубиной расчленения поверхности и ее возрастом. Интенсивность переноса связана со скоростью ветра, шероховатостью поверхности, обтекаемостью элементов рельефа. Так при самых слабых ветрах (0-3,5 м/с) на высоте 10 см) переноса нет, а при 4-5 м/сек (на высоте флюгера) наблюдается только перекатывание [12]. При более высоких скоростях ветра песчаные частицы передвигаются скачками, а частицы мельче 0,05 мм переносятся ветром во взвешенном состоянии на большие расстояния. На такырах песок из ветропесчаного потока не отлагается, но наблюдается отложение песка на пухлом солончаке. Аккумуляция песка и пыли наблюдается там, где происходит резкое падение скорости ветра, которое может быть вызвано любым препятствием, образующим ветровую тень. Перенос песка осуществляется при каждом активном ветре (выше 5 м/сек), однако преобладающее направление переноса осуществляется ветрами сезонных направлений. Перемещение барханных форм наблюдается при каждом активном ветре. *В настоящее время для определения степени угрозы выдувания или песчаных заносов инженерных сооружений, возводимых в условиях песчаной пустыни, вводится величина переноса песка и пыли в единицу времени через линию фронта в 1 м, выражаемая в тоннах или кубометрах при данной скорости ветра.*

Для определения возможных объемов переносимого ветром песка нами использована формула А. П. Иванова [14, 15].

$$Q=0{,}006\cdot n\cdot(V_{ср.г.}-4)^3 м^3/м\cdot год,$$

где Q – перенос песка по какому-либо направлению в кубометрах через линию фронта в 1 метр в год; 0,006 – безразмерный коэффициент; n – число случаев повторяемости ветров данного направления; $V_{ср.г.}$ – среднегодовая скорость ветра.

Для характеристики ветрового режима выбраны две метеостанции: Айдин и Джебел.

Метеорологическая станция Айдин. Она располагается к юго-востоку от подножья Большого Балхана. Там среднее многолетнее число случаев активных ветров в год составляет 801,8, а средняя годовая многолетняя скорость ветра составляет – 7,0 м/сек. Господствующее направление ветров в течение года северо-восточное. Оно составляет 442 случая (при среднегодовой скорости 8,8 м/с, многолетние данные), то есть 56% от общего числа случаев активных ветров. За ними по активности следует ветры ЮЗ, ВСВ и В направлений, имеющие соответственно 117, 67 и 54 случаев при скорости 7,0 м/с; 8,5 м/с и 7,5 м/с, которые составляют соответственно 14,9; 8,4 и 6,8% от числа всех случаев. Активность ветра этих направлений проявляется на протяжении всего года, но четко выраженный максимум приходится на весенне-летний период. Из западных румбов необходимо выделить ветры З и ЗЮЗ направлений, которые составляют 40 и 30 случаев при скорости 7,3 м/с и 7,2 м/с, что составляет соответственно 5,1 и 3,8% от числа всех случаев. Они проявляют активность с Байдак (февраль) по Горкут (июль) месяц. Следует сказать, что преобладание в районе Айдин сильных северо-восточных ветров обусловлено существованием Межбалханского коридора, который образует своеобразного русло для воздушного потока, поступающего со стороны Каракумов. По выходе из него (он имеет ширину 22 км) воздушный поток расходится веером. Правая его часть, прижата к горам Большого Балхана и, поэтому меняет своё направление на восточное по направлению: Балканабад – Моллакара – полуостров Дарджа. Левое крыло воздушного потока направляется по линии Кумдаг – Кизылкумы – Барсагелмез, причем данное направление неизменно при всех сильных северных, северо-восточных и восточных ветрах.

Метеорологическая станция Джебел. Она располагается к юго-западу от подножья Большого Балхана. По данной станции среднее многолетнее число случаев активных ветров за год составляет 359, а показатель скорости ветра равен, 6,4 м/сек. Преобладающими являются ветры северного и северо-западного румбов. Так, среднее число активных ветров северного направления составляет 68 случаев в год, при средней многолетней скорости 6,9 м/с. Эти ветры представляют 19% от общего числа случаев. За ними следуют ветры СЗ и ССЗ направлений и имеющие соответственно 37 и 29 случаев при скорости 6,8 м/с и 6,9 м/с, что составляет 10% и 8% от общего числа. Эти ветры активны в течение всего года, пик интенсивности приходится на лето и начало осени. Вторым доминирующим направлением является – юг – юго-восточное. На южные ветры приходится в среднем 44 случая, со средней скоростью 6,4 м/с, что составляет 12% от общего числа случаев. На ЮЮВ и ЮВ румбы приходится соответственно 40 и 34 случая, со средними скоростями 6,7 м/с и 6,3 м/с соответственно. В процентном отношении это составляет 11% и 9%.

Наибольшую активность они проявляют в конце весны – начале лета. На ветры западных румбов приходятся от 6% до 3% от общего числа случаев, при средних скоростях около 6 м/с.

Опираясь на полученные многолетние данные скорости ветра, рассчитываем по выше указанной формуле Иванова А.П. [15] общее количество переносимого ветром песка по определенным направлениям, которые показаны на *рисунках 2 и 3*, а прогнозные показатели указаны в *таблице 1*.

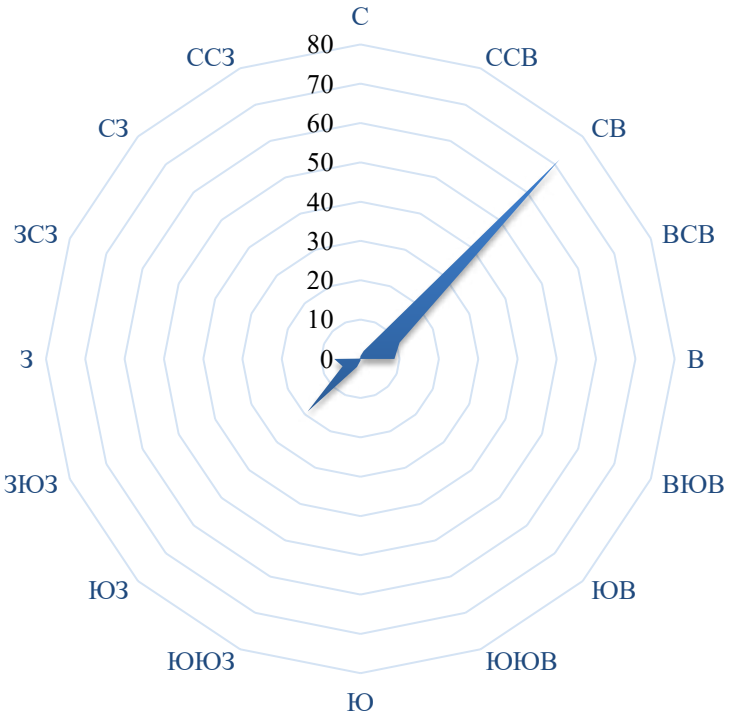


Рисунок 2. Возможные объемы переноса незакрепленного песка в м^3/м×год по метеостанции Айдин. Масштаб в 1 см – 5 м^3.

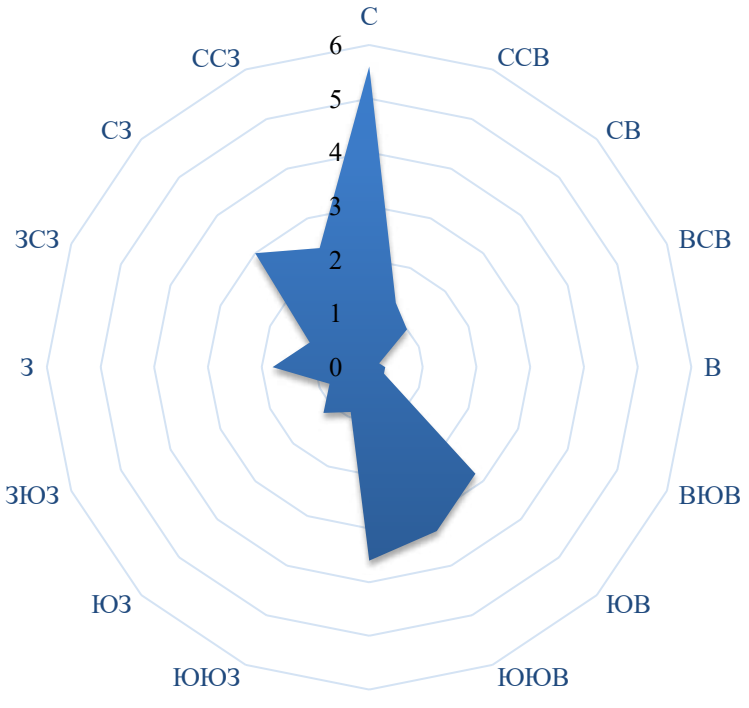


Рисунок 3. Возможные объемы переноса незакрепленного песка в м^3/м×год по метеостанции Джебел. Масштаб в 1 см – 1 м^3.

Таблица 1

Объем песка переносимого ветром по направления (Q м^3/м·год) для метеорологических станций Айдин и Джебел

Объём возможного переноса песка	С	ССВ	СВ	ВСВ	В	ВЮВ	ЮВ	ЮЮВ	Ю	ЮЮЗ	ЮЗ	ЗЮЗ	З	ЗСЗ	СЗ	ССЗ	Год
Метеостанция Айдын																	
Q м^3/м в год	0,7	2,2	71,7	10,8	8,7	-	0,1	-	0,4	2,2	19,0	4,9	6,6	0,1	0,3	0,1	127,8
Метеостанция Джебел																	
Q м^3/м· в год	0,03	0,08	0,25	0,91	22,47	3,23	0,25	0,01	0,08	0,25	2,32	2,90	4,39	0,41	0,25	0,08	37,91

Высокие температуры воздуха и поверхности песка, малое количество осадков, большая сухость воздуха способствуют усилению аридизации территории. *Кроме того, климатические особенности обуславливают активное протекание эоловых процессов. Усиливаются процессы дефляции и аккумуляция, что и обуславливают активное развитие процессов опустынивания.* Дефляция песков тесно связана с количество переносимого ветром песчаного материала и последующим его отложением в зоне аккумуляции. Вопрос о зависимости количества переносимого песка от скорости ветра имеет не только теоретическое, но и практическое значение, так как позволяет судить об угрозе песчаных заносов и выдувания инженерных объектов [13].

В целом для песчаного рельефа Западного Туркменистана характерны типичные мелко - средне - и крупнобарханных цепи. Мелкобарханные формы не занимают сплошных массивов. Это одиночные барханы, расположенные на Келькоре и образующие узкие полосы длиной 50-100 м, чаще всего переходящие в барханные цепи, высота которых достигает 3 м. Они мелкозернистые, в них много ракушек новокаспийской фауны. Мелкобарханные цепи вытянуты с ССВ на ЮЮЗ и образуют валообразные песчаные накопления. Среднебарханные цепи высотой 3-7 м и длиной 0,3-3 км ориентированы с севера на юг (реже с ССВ на ЮЮЗ). Ориентация наветренных склонов восточная, а подветренных – западная. Они подстилаются новокаспийскими отложениями. Ширина межбарханных пространств 5-25 м, в отданных случаях такие промежутки отсутствуют. Ветры западных направлений выполаживают крутые склоны, а гребни перемещаются на верхнюю часть пологих. Крупнобарханные пески занимают значительную часть Дарджакумов. Относительная высота их 10-15 м (иногда 20 м). Они ориентированы с севера на юг и характеризуются четко выраженной, ассиметрией своих склонов. Пологие (наветренные) склоны обращены на северо-восток, а крутые (подветренные) – на юго-запад. В отличие от мелких и средних форм барханных цепей они переходят в сплошную форму барханных грядовых песков, подвижны только гребни барханных гряд, а ширина межбарханных пространств 500-1500 м.

В связи с этим мы рекомендуем методы по стабилизации процессов техногенного опустынивания использовать не традиционные технологии и методы. Поскольку в их основу должен быть положен принцип без аккумулятивного переноса песка через защищаемые инженерные объекты. Его применение использует принцип правильного размещения или вписывания объекта в окружающие формы песчаного рельефа. При этом весь поступающий к сооружениям песок в виде ветропесчаного потока пропускается через него без отложения и засыпания самого объекта. Особенно данный метод эффективен при защите линейных объектов, которые имеют большую длину, когда они пересекают эоловый рельеф на всем его протяжении. Следовательно, для использования определенного вида защиты необходимо выяснить специфические природные условия расположения инженерных объектов и наличие местных материалов для закрепления подвижных песков, а также особенности устройства и технологии проведения работ (сроки и сезон проведения работ, технологии посадки и выбор местной растительности для проведения фитомелиоративных работ) [7].

Метод безаккумуляционного переноса песка через линейный объект без него отложения. Для решения поставленной задачи необходимо дать научное обоснование метода, основываясь

разработанной импульсной теории отрыва и движения песчаных частиц в ветропесчаном потоке. Из аэродинамики известно, что с увеличением высоты песчаной поверхности увеличивается и скорость ветра. Поэтому желательно, чтобы высота скачка песчаной частицы была как можно выше, т.к. в этом случае частица попадает в зону повышенных скоростей ветра, а, следовательно, скорость песчаной частицы также будет возрастать. А это является основным условием осуществления безаккумуляционного переноса песка через дорогу без его аккумуляции (отложения) на проезжей части автомобильной дороги.

Следует выделить следующие основные принципы проектирования, размещения и защиты различных инженерных объектов [9-11]:

1. При проектировании железной дороги в барханных песках необходимо строго следовать следующим правилам: прокладывать трассу дороги вдоль, а не поперёк основных форм рельефа и по возможности перпендикулярно направлению господствующих ветров.

2. Выбирались участки с наименьшим колебанием высот; прокладывали трассу по межгрядовым понижениям, не приближая ее к подножию крутых склонов; старались избегать необходимости устройства выемок, стремясь в наибольшей степени «вписать» трассу в существующий тип рельефа.

3. При выборе трассы, особенно линейных объектов следует максимально использовать закрепленные растительностью участки эолового рельефа.

4. В случаях, когда пересечение форм рельефа неизбежно, выбирать участки с наименьшим перепадом высот.

5. В условиях грядового рельефа прокладывать автомобильную трассу по межгрядовым понижениям, не приближая её к подножию крутых склонов песчаного рельефа.

На наш взгляд необходимые условия можно создать путем устройства покрытия поверхности откосов дороги из смеси глины (такырной) или ее смеси с гравием или щебнем. Добавка глины необходима для предотвращения скатывания гравия или сползания щебня вниз по склону откоса вследствие выдувания песка ветром из-под гравийных или щебеночных частиц. Такое покрытие необходимо опрыскать водой из расчета 1 л/м^2. Смачивание водой даст частичное размокание глины и улучшит сцепление гравия или щебня. Каждая песчаная частица ветропесчаного потока, подходя к такому покрытию, будет испытывать упругий удар о массивные гравийные или щебеночные частицы. В результате упругого удара в значительной степени возрастает величина коэффициента восстановления, что скажется на увеличении высоты и длины сальтирующих (скачущих) песчаных частиц. Таким образом, чем выше будет отскок песчаных частиц, тем с большей скоростью они будут перемещаться по проезжей части дороги, то есть, будет осуществляться безаккумуляционный перенос песка, без его отложения на дороге *(рисунок 4)*.

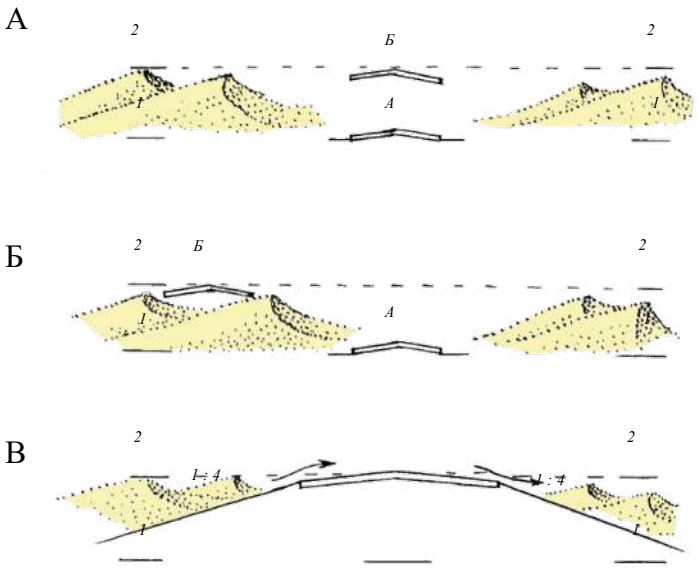


Рисунок 4. Схема защиты автомобильной дороги от песчаных заносов.

Для защиты от песчаных заносов линейных объектов нами рекомендуются следующие мероприятия:

1. Полотно автомобильной дороги поднять по всей трассе там, где оно ниже вершин барханных цепей, на уровень *2-2 (рисунок 4 А)*.

2. С целью уменьшения объема земляных работ желательно использовать под насыпь барханы и барханные пески *(рисунок 4 Б)*.

3. Откосы дороги устраивать не круче 1:4 во избежание отложения песка в ветровой тени откосов *(рисунок 4 В)*.

4. 4. Поверхность откосов бронировать глиной, гравием или другими, не раздуваемыми крупнозернистыми материалами для перевода песка, поступающего в виде эоловых форм, в ветропесчаный поток и пропуска его через дорогу без отложения на проезжей части. Высокая насыпь, и бронирование поверхности откосов будут способствовать осуществлению безаккумуляционного переноса через дорогу.

5. По обе стороны дороги необходимо создать нераздуваемое покрытия из гальки или глины в виде полос, через которые будут осуществляться без аккумуляции песка за счет увеличения скорости потока. Ширина полос составляет: с северной стороны – 10, а с южной – 5 метров.

Барханные формы закреплять механическими защитами – клетками из камыша, так они без фитомелиоративных мероприятий представляют собой зону большого накопления песка, а со временем скопившийся, в клетках песок может служить источником для заносов дороги. *Следует, особо отметить, что данные пескозащитные мероприятия, несмотря на их трудоемкость, являются наиболее эффективными для защиты от песчаных заносов и выдувания инженерных объектов в условиях Западного Туркменистана.* При удачном выборе местных материалов в значительной степени упрощается их применение и в 1,5-2 раза удешевляется стоимость пескоукрепительных работ по сравнению с другими способами.

Все открытые песчаные поверхности, которые являлись главным источником образования ветропесчаного потока и расположенные близ инженерных сооружений, мы предложили опрыскивать раствором мазута в нефти (в отношении 1:1) или нефтью (3-4 л/м^2). Помимо вышеприведенных жидких фиксаторов, также используется раствор мазута в отработанных машинных маслах (1:1). Вместо мазута можно использовать раствор битума любых марок с отработкой в соотношении 1:3. Предлагаемый способ обеспечивает, во-первых защиту от раздувания песчаной поверхности у основания объектов и во-вторых, перенос песка без отложения на сооружениях [14].

Необходимо создавать обтекаемый профиль методом бронирования глиной или ее смеси с гравием песчаной поверхности. По периметру, закрепляемой песчаной поверхности, следует устраивать «замок» для предотвращения раздувания ветром краев покрытия и дальнейшего его разрушения. «Замок» представляет собой канавку в песке глубиною в 10 см, в которую заливается фиксирующий раствор.

Метод бронирования состоит в том, что на песчаную поверхность наносится (путем отсыпки) слой гравия, глины или другого материала, состоящего из сравнительно крупных частиц (5 мм и более). Толщина «бронирующего» слоя – 10-20 см. Выдувание можно предотвратить, осуществляя периодическую заливку сбросными водами песчаных поверхностей, так как сильно увлажненные они становятся не раздуваемыми.

Применение некоторых видов местной растительности для создания клеточной защиты обходится в несколько раз дешевле. Нормы расхода материалов также зависят от расстояния между клетками, скорости ветра, вида используемого материала, степени закрепленности прилегающих песков. Лучше сочетать полускрытую защиту с посевом семян или посадкой саженцев местных видов растений. Для увеличения срока службы механических защит впервые 2-3 года после установки, необходимо периодически проводить их ремонт. В эти же годы для повышения приживаемости посадочного материала кустарников-пескоукрепителей нужно осуществлять дополнение культур – посадку растений на участках, где они не прижились. Защита из хвороста кустарниковых пород хорошо задерживает семена от переноса ветром, поэтому участки защит очень быстро зарастают [8, 12, 16].

Изучение динамики техногенных песков имеет важное практическое значение при проектировании и строительстве различных типов инженерных объектов в Западном Туркменистане. Комплексный анализ выше изложенной информации позволяет сделать вывод, что при промышленном освоении данной территории необходима детальная

геоморфологическая карта, также карта степени развития процессов опустынивания. Последняя дает возможность правильно планировать этапы размещения инженерных объектов. Так детальная геоморфологическая карта будет объективно отражать границы контуров и динамику развития техногенных очагов опустынивания и позволит разработать эффективные методы их нейтрализации. Таким образом, изучение развития процессов опустынивания в Западном Туркменистане, имеет важное научное значение для разработки практических основ по борьбе с ними и обоснования прогноза их изменения на ближайшую перспективу.

Список литературы

1. Бабаев А.Г. Проблемы освоения пустынь. А.: Ылым, 1995. 340 с.
2. Бабаев А.Г. Проблемы пустынь и опустынивания. А.: Государственная издательская служба, 2012. 408 с.
3. Бабаев А.Г., Харин Н.Г., Николаев В.Н., Орловский Н.С., Курочкина Л.Я., Фаизов К.Ш., Чигаркин А.В., Рафиков А.А. и др. Карта антропогенного опустынивания аридных территорий СССР. М. 1:2500000. А., Туркмен АГПГУГКСССР, 1990. 25 с.
4. Харин Н.Г., Каленов Г.С. и др. Карта антропогенной деградации земель в бассейне Аральского моря. М. 1:2500000. А. Изд-во «Туркменгеология», 1992. 22 с.
5. Левднюк А.Т., Инженерно-геоморфологический анализ равнинных территорий. Кишинев: Штиинца, 1983. 256 с.
6. Вейсов С.К., Иванов А.П., Хамраев Г.О., Атаев Х. Расчет переноса возможных объемов песка с эоловых форм рельефа. А.: Ылым, 2013. 36 с.
7. Лалыменко Н.К., Лалыменко А.А., Литвинова А.И. Фитомелиорация подвижных песков Западного Туркменистана // Проблемы освоения пустынь. 1999. № 6. С.54-59.
8. Вейсов С.К., Хамраев Г.О. Особенности защиты инженерных объектов от дефляционных процессов в Западном Туркменистане // Проблемы освоения пустынь. 1999. № 6. С. 81-86.
9. Вейсов С.К., Хамраев Г.О. Методы защиты трубопроводов от выдувания в условиях Западного Туркменистана // Проблемы освоения пустынь. 2004. № 3. С. 45-46.
10. Вейсов С.К., Курбанов О.Р. Опыт Туркменистана по защите инженерных объектов от песчаных заносов и выдувания // Проблемы освоения пустынь. 2006. № 4. С. 16-19.
11. Вейсов С.К., Хамраев Г.О., Добрин А.Л. Развитие процессов техногенного опустынивания на территории Туркменистана и борьба с ними. Алматы, 2008. С. 438-443.
12. Вейсов С.К., Хамраев Г.О., Акыниязов А.Д. Динамика барханного рельефа Западного Туркменистана // Проблемы освоения пустынь. 2008. № 4. С. 16-19.
13. Вейсов С.К., Хамраев Г.О. Методы борьбы с дефляционными процессами на инженерных объектах Туркменистана // Вопросы географии и геоэкологии. 2017. № 1. С. 34-39.
14. Иванов А.П. Физические основы дефляции песков пустыни. А: Ылым, 1972, 112 с.
15. Иванов А.П. Формирование профилей эоловых форм рельефа песчаных пустынь. А.: Ылым, 1989, 68 с.
16. Чередниченко В.П., Дарымов В.Я. Геоморфологические основы индустриального освоения песчаных пустынь Туркменистана. А.: Ылым, 1985, 215 с.

УДК 581.9
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-237-240

БАЗА ДАННЫХ «ОХРАНЯЕМЫЕ СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ» КАК ИНСТРУМЕНТ ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫТОГО ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОВРАЖНО-БАЛОЧНОГО ЛАНДШАФТНОГО КОМПЛЕКСА У С. ВИХЛЯЕВКА)

THE DATABASE "PROTECTED VASCULAR PLANTS OF VORONEZH" OBLAST (CASE STUDY GULLY LANDSCAPE COMPLEX NEAR VIKHLYAEVKA VILLAGE)

*Владимиров Д.Р.[1], Григорьевская А.Я.[1]
*Vladimirov D.R.[1], Grigorjevskaya A.Ya.[1]

[1]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия
[1]Voronezh State University, Voronezh, Russia

E-mail: *kvint_88@mail.ru

Аннотация. В статье дается представление о некоторых возможностях использования пространственной базы данных «Охраняемые сосудистые растения Воронежской области». БД позволила визуализировать на картографической основе большинство локалитетов охраняемых сосудистых растений региона. Анализ картографического материала показал неравномерность изученности области, что было учтено биогеографами Воронежского государственного университета при планировании флористических маршрутов в 2022-2023 гг. В ходе полевых работ были зарегистрированы многочисленные новые местонахождения редких видов растений, что позволило существенно улучшить представление о структуре их ареалов в Воронежской области, а наиболее богатые ими урочища рекомендовать в качестве перспективных ООПТ.
Ключевые слова: редкие виды, Красная книга, флора, охрана природы.

Abstract. The article gives an idea of some possibilities for using the spatial database "Protected vascular plants of Voronezh oblast". The database made it possible to visualize on a cartographic basis most of protected vascular plants localities in the region. Analysis of cartographic material revealed uneven study of an oblast, which was taken into account by biogeographers of Voronezh State University when planning floristic routes in 2022-2023. During field work, numerous new locations of rare plant species were recorded, which helps to improve an understanding of a structure of their habitats in Voronezh oblast and recommend the richest tracts as promising protected areas.
Key words: rare species, Red Data Book, flora, nature protection.

В 2021 году вышла коллективная монография «Охраняемые сосудистые растения Воронежской области» [1]. Она стала результатом многолетней работы ученых Воронежского государственного университета, Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова и РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Одним из продуктов, полученных при подготовке книги, стала пространственная база данных (БД), визуализировавшая на картографической основе большинство местонахождений видов растений Красной книги Воронежской области [2]. Анализ распределения локалитетов краснокнижных таксонов по территории региона показал неоднородность его изученности. Это было учтено коллективом биогеографов факультета географии, геоэкологии и туризма ВГУ при планировании флористических маршрутов в 2022-2023 гг. Так, в программу обследований группы была включена долина реки Татарки в Новохопёрском районе, предварительные итоги изучения которой мы публиковали ранее [3]. В данной статье продолжаем представление результатов флористических исследований, проведенных с использованием сгенерированного БД картографического материала. В качестве примера рассмотрим балочный комплекс в бассейне реки Кардаил, который расположен в пределах Хопёрско-Бузулукской аккумулятивной равнины, обладающей исключительным разнообразием ландшафтов [4].

Согласно физико-географическому районированию центральных черноземных областей [5] территория исследования находится в Среднехопёрском придолинном южнолесостепном физико-географическом районе. В тектоническом отношении она располагается на Восточно-Воронежском мегасинклинории [6], где докембрийский фундамент лежит на глубине около 1000 метров. Несколько северо-западней изучавшегося балочного комплекса проявляют себя неотектонические движения трансгрессивного характера (до 2 мм/год у с. Третьяки). Территория исследования перекрыта мощной толщей неогеновых и четвертичных отложений, играющих

важную ландшафтообразующую роль. К наиболее древним горным породам четвертичного возраста относятся морены Окского оледенения, перекрытые на водоразделах покровными, реже лессовидными суглинками [7].

Для бассейна реки Кардаил в границах Воронежской области характерен умеренно-континентальный климат. Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность здесь составляет в среднем около 100 ккал/см^2 в год. Среднегодовая температура воздуха достигает +6°С, а сумма его температур воздуха выше +10°С – +2800°С. За год количество выпадающих осадков не превышает 500 мм. Их наибольшее количество приходится на летний период и составляет 150-175 мм, наименьшее – около 75 мм – на зимний период. Гидрометеорологический коэффициент около 1,0 [7]. Для территории исследования наиболее значительна во всей Воронежской области вероятность повторения засух и суховеев.

В почвенном покрове района исследования основное положение занимают выщелоченные и типичные черноземы различного механического состава и разной степени смытости. Вдоль русел временных водотоков и в пойме реки Кардаил встречаются аллювиальные и лугово-болотные почвы. По степным западинам встречаются солоди.

По мнению К.А. Дроздова [4], в районе исследования следует выделять водораздельный лощинно-балочный микрорайон. Склоновый тип местности здесь представлен средневрезанным (с расчленением до 30 м) и слабоврезанным (до 10 м) вариантами [7]. Рассматриваемый овражно-балочный ландшафтный комплекс расположен в междуречье Кардаила и Елани. Наиболее крупная балка комплекса – Вихляевка – принадлежит к долиноподобному морфологическому типу. Ее длинна в пределах Воронежской области немногим более 10 км, ширина в некоторых местах достигает 500 м, глубина вреза 15-20 м, крутизна склонов, местами осложненных склоновыми оврагами и оплываниями грунтов, 25-35°. Балка относится к бассейну реки Кардаил, ее вершина располагается на востоке, у села Вихляевка Поворинского района. Ее базис эрозии находится в русле р. Кардаил в 2 км юго-восточней с. Кардаиловка Волгоградской области. Балка Вихляевка имеет боковые отвершки в виде балок Ведриха (6,5 км), Горбуниха (4,5 км) и Пруткова (5,5 км).

Согласно ботанико-географическому районированию Воронежской области овражно-балочный ландшафтный комплекс находится в пределах Евроазиатской степной области Восточноевропейской лесостепной провинции, Среднерусской подпровинции. Растительность водоразделов и склонов изучаемой территории в доагрикультурный период была представлена богаторазнотравно-типчаково-ковыльными степями, полынниками и другими растительными сообществами на засоленых почвах. Однако сегодня она, преимущественно, замещена агрофитоценозами.

Методика исследования. Флористические исследования проводились в балках Вихляевка, Ведриха, Горбуниха и Пруткова 25.III.2023, 06.V.2023, 08.V.2023, 17.VI.2023, 18.VII.2023, 06.VIII.2023, 18.VIII.2023 и 23.VIII.2023 в различных биотопах, что позволило достаточно полно выявить локальную флору.

Номенклатура и объемы таксонов стандартизированы по Plants of the World online (http://powo.science.kew.org). Для видов Красной книги Воронежской области с небольшими изменениями оставлена использованная в ней номенклатура.

Все собранные авторами гербарные образцы, хранятся в гербарии факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского госуниверситета (VORG) и гербарии Главного ботанического сада РАН (МНА).

Результаты исследования. По сведениям БД «Охраняемые сосудистые растения Воронежской области», первые находки редких видов растений на территории овражно-балочного комплекса относятся к 14.VIII.1959 года. Тогда С.В. Голицыным и В.В. Матюшенко между сс. Каменка и Вихляевка на широком засоленном предовраговом понижении были собраны галофиты *Peucedanum latifolium* (M. Bieb.) DC., *Salicornia prostrata* Pall. и *Suaeda prostrata* Pall. (VU). Спустя более, чем 40 лет – 11.VIII.2001 – А.В. Агафоновым там же был зарегистрирован *Iris halophila* Pall. (VU). 10-12.VIII.2018, а также 25-26.IV, 15-16.V, 05-07.VI, 06-08.VII, и 03-04.X.2019 года инвентаризацию флоры балки Пруткова и прилегающей к ней с востока части основной балки (на общей площади 15,9 кв.км) проводил М.Л. Зайцев. Его данные о распространении охраняемых видов растений также вошли в нашу публикацию.

Охраняемые растения овражно-балочного ландшафтного комплекса у с. Вихляевка:

! – виды Красной книги Воронежской области [2]; !! – виды Красной книги Российской Федерации [8], курсивом выделены растения из «Списка видов растений, мхов, лишайников и грибов, популяции которых нуждаются в контроле» [2].

! *Adonis volgensis* Steven ex DC.
! *Allium paczoskianum* Tuzson
! *Allium praescissum* Rchb.
! *Amygdalus nana* L.
***Anemone sylvestris* L.**
Aster amellus L.
! *Astragalus asper* Jacq.
! *Astragalus cornutus* Pall.
! *Astragalus macropus* Bunge
! *Astragalus pallescens* M. Bieb.
! *Astragalus sareptanus* A.K. Becker
! *Artemisia armeniaca* Lam.
! *Artemisia latifolia* Ledeb.
!! *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawler) Spreng.
! *Chamaecytisus austriacus* (L.) Link
! *Chartolepis intermedia* Boiss.
***Crepis pannonica* (Jacq.) K.Koch**
! *Dianthus elongatus* C.A. Mey.
!! *Eriosynaphe longifolia* (Fisch. ex Spreng.) DC
! *Ferula tatarica* Fisch. ex Spreng.
!! *Fritillaria ruthenica* Wikstr.
! *Gagea bulbifera* (Pall.) Salisb.
! *Galatella angustissima* (L.) Nees
! *Galatella biflora* (L.) Nees
! *Glaux maritima* L.
! *Goniolimon tataricum* (L.) Boiss.
***Hyacinthella leucophaea* (K. Koch) Schur**
***Inula helenium* L.**
! *Inula oculus-christi* L.
! *Iris halophila* Pall.
! *Iris pumila* L.
! *Jurinea multiflora* (L.) B. Fedtsch.
! *Limonium tomentellum* (Boiss.) Kuntze
***Nepeta ucranica* L.**
! *Ornithogalum kochii* Parl.
***Ranunculus polyrhizos* Steph. ex Wild.**
***Serratula coronata* DC.**
! *Serratula erucifolia* (L.) Boriss.
***Serratula lycopifolia* (Vill.) A. Kerner.**
***Serratula radiata* (Waldst. et Kit.) M.Bieb.**
! *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr.
! *Stipa pennata* L.
!! *Stipa pulcherrima* K. Koch
! *Stipa tirsa* Steven
! *Tulipa biebersteiniana* Schult. & Schult. f.
!! *Tulipa suaveolens* Roth
***Valeriana tuberosa* L.**

Заключение. Всего на территории овражно-балочного комплекса у с. Вихляевка лотом и осенью 2019 года, весной и летом 2023 года зарегистрировано 36 видов растений из Красной книги Воронежской области [2], 5 видов из Красной книги России [8] и 11 из «Списка видов растений, мхов, лишайников и грибов, популяции которых нуждаются в контроле» [2]. При этом не были повторены находки видов, отмеченных С.В. Голицына и В.В. Матюшенко. Объяснить это можно уничтожением солонца в результате распашки последних лет. При этом на многочисленных сохранившихся степных солонцах, разбросанных на левобережье Кардаила, эти виды встречаются не редко.

К числу интересных видов, выявленных в ходе обследований ландшафтного комплекса, также можно отнести *Triglochin palustris* L. и *Allium lineare* L. Оба вида имеют ограниченное

распространение в Воронежской области и нуждаются в особой охране. Необходимо включить триостренник болотный и лук линейный в новое издание региональной Красной книги.

Овражно-балочный комплекс отличается хорошей сохранностью степных растительных сообществ. По предварительным оценкам флора комплекса превышает 500 видов (флора только балки Пруткова составляет 446 видов, подвидов и агрегатов растений [9]), среди которых 47 относятся к числу охраняемых. Рекомендуем организовать здесь на площади 1071 га ООПТ ландшафтного профиля «Балка Вихляевка» (с включением балок Вихляевка, Пруткова, Горбуниха, Ведриха*) (рисунок 1)*.

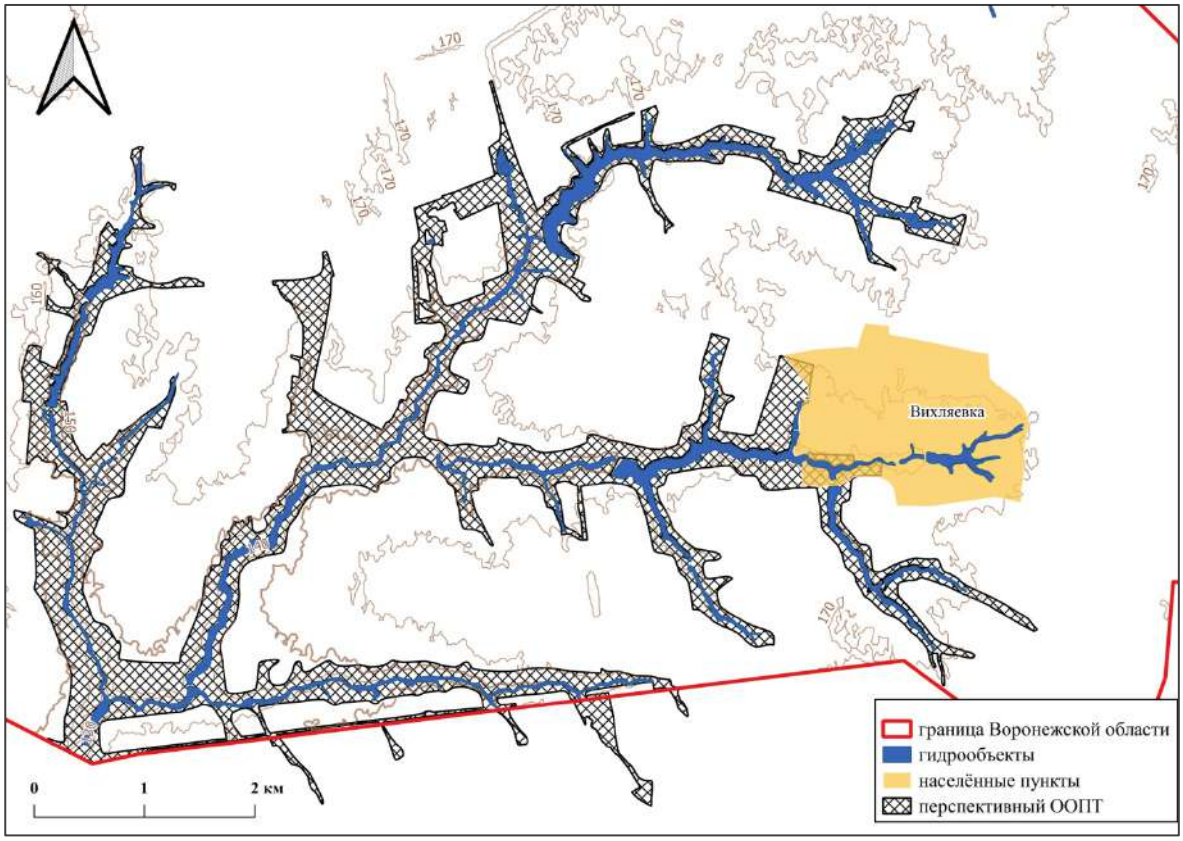


Рисунок 1. Перспективная ООПТ ландшафтного профиля «Балка Вихляевка».

Список литературы

1. Щербаков А.В., Григорьевская А.Я., Владимиров Д.Р., Субботин А.С., Мирошникова А.А., Якименко О.В., Фатин С.Н. Охраняемые сосудистые растения Воронежской области. Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2021. 446 с.

2. Красная книга Воронежской области. Т. 1: Растения. Лишайники. Грибы. в 2 т. / под ред. В.А. Агафонова. Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 2019. 412 с.

3. Владимиров Д.Р., Григорьевская А.Я., Долбилова И.С., Андросова Н.С. Флора долины реки Татарки в окрестностях поселка Михайловский Новохопёрского района // Флора и растительность Центрального Черноземья. 2023. С. 20-27.

4. Дроздов К.А. Ландшафты левобережья Хопра // Прихопёрье. Воронеж, 1979. С. 120-143.

5. Физико-географическое районирование центральных черноземных областей / Под ред. Ф.Н. Милькова. Воронеж, 1961. 261 с.

6. Старухин А.А. Структура докембрийского фундамента. Масштаб 1:3 000 000 // Атлас Воронежской области. Воронеж, 1994.

7. Эколого-географические районы Воронежской области / под ред. Ф.Н. Милькова. Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1996. 216 с.

8. Приказ Минприроды РФ от 23.05.2023 г. № 320. Об утверждении Перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации. 2023. 27 с.

9. Флора окрестностей Калиновского леса и Большого Лимана (Воронежская область Новохопёрский район). Оценка динамики флоры за 40-летний период. – Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия», 2024. 65 с.

УДК 556.13(476)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-241-249

КОЛЕБАНИЯ МИНИМАЛЬНОГО СТОКА ВОДЫ ОТКРЫТОГО РУСЛА Р. ПРИПЯТЬ В СТВОРЕ Г. МОЗЫРЬ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОГНОЗ

VARIATIONS OF THE MINIMUM WATER FLOW OF AN OPEN CHANNEL PRIPYAT R. IN THE LINE OF THE CITY OF MOZYR: CURRENT STATUS AND FORECAST

Волчек А.А.
Volchak A.A.

Брестский государственный технический университет, Брест, Республика Беларусь
Brest State Technical University, Brest, Republic of Belarus

E-mail: Volchak@tut.by

Аннотация. В статье изложены результаты исследования устойчивости выборочных оценок статистических параметров для различных интервалов временного ряда минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь за период с 1877 по 2020 гг. Рассматриваются интервалы ряда, различающиеся степенью антропогенного воздействия на сток и типом атмосферной циркуляции. Делается вывод о наличии статистически значимых изменений в динамике минимального стока открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь, обусловленных как естественно-климатическими, так и антропогенными изменениями гидрологического цикла.

Ключевые слова: Белорусское Полесье, река, минимальный сток, климат, колебания, моделирование, прогнозные оценки.

Abstract. The article presents the results of a study of the stability of sample estimates of statistical parameters for various intervals of the time series of minimum water flows of the open river channel. Pripyat in the Mozyr site for the period from 1877 to 2020. Intervals of the series that differ in the degree of anthropogenic impact on runoff and the type of atmospheric circulation are considered. It is concluded that there are statistically significant changes in the dynamics of the minimum flow of the open river bed. Pripyat at the Mozyr site, caused by both natural climatic and anthropogenic changes in the hydrological cycle.

Key words: Belarusian Polissya, river, minimum runoff, climate, fluctuations, modeling, predictive estimates.

Введение. Рациональное использование водных ресурсов и планирование хозяйственной деятельности на перспективу невозможно без знаний закономерностей формирования водности территории, проявляемых в колебаниях речного стока, которые носят стохастический характер. Водный режим рек может объективно характеризовать увлажненность больших территорий, так как сток воды формируется на водосборе и в интегрированном виде в замыкающем створе. Особенно это касается минимального стока открытого русла, т.е. минимальный летне-осенний сток.

Одним из главных природных ресурсов Белорусского Полесья являются водные ресурсы, которым присуща динамика, а их комплексное и рациональное использование невозможно без прогнозных количественных оценок.

Целью настоящей работы является объективная оценка колебаний минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь для характеристики водного режима Белорусского Полесья в современных условиях и на ближайшую перспективу.

Исходные данные и методика исследований. Белорусское Полесье расположено на юге Беларуси занимает площадь около 61 тыс. км², что примерно треть территории страны. Поверхность – водно-ледниковая и озёрно-аллювиальная песчаная низина с древними надпойменными террасами. Климат тёплый, неустойчиво-влажный, на юго-востоке приближающийся к лесостепному. Средняя температура января от -4,4°С на 3ападе до -7°С на востоке, июля от 18°С до 19°С. Осадков 520-645 мм в год [1]. Крупномасштабные мелиорации середины прошлого века и современные климатические изменения внесли весомый вклад естественное развитие природных процессов региона.

В изучении временных колебаний водного режима рек наиболее полную информацию можно достичь при анализе длительных временные рядов гидрологических характеристик, которые формируются с больших водосборов. Для этих целей использован временной ряд

минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь (площадь водосбора 101 000 км^2). Основная река Припять с многочисленными притоками и густой сетью мелиоративных каналов и канав, с большим количеством пойменных озер, водосбор которой включает в себя большую часть Полесья, является типичной трансграничной рекой Европы, протекает по территории двух государств Беларуси и Украины и определяет как водный режим региона, так его экономику. Длина исследуемого временного ряда составляет 144 года (с 1877 по 2020 гг.). Пропущенные значения стока за 1877-1880 гг., 1917 г. и 1941-1943 гг. рассчитаны с помощью компьютерного программного комплекса «Гидролог-2» [2, 3] с привлечением реки–аналога р. Неман – г. Гродно, по которому ранее восстановлены отсутствующие данные по стоку с использованием реки-аналога р. Неман – г. Смалининкай [4]. Одной из задач исследования являлось оценка стационарности временных рядов годового стока рек с различной степенью антропогенной нагрузки.

Многолетние колебания минимальных расходов воды открытого русла рек ($Q_{мин.}$) рассматриваются как случайный процесс $Q_{мин.}(t)$ с дискретным временем $t \epsilon T$, принимающий целые значения. В частности, значение t=1, 2,..., k можно отнести к имеющемуся в распоряжении ряду наблюдений за k лет; значения t=0, k-1, k-2... относятся к предыдущему периоду времени, а значение t=k+1, k+2... – к следующему. Для описания процесса $Q_{мин.}(t)$ задействован целый набор функций: математического ожидания $m(t)=M\{Q(t)\}$ дисперсии $D(t)=D\{Q(t)\}$, среднего квадратического отклонения $\sigma(t)=\sqrt{D(t)}$, распределения вероятностей $F(x, t)=P\{Q(t)<x\}$; автокорреляционная функция $R(t, \tau)=corr\{Q(t), Q(t+\tau)\}$ и т.д. [5-7].

Оценка согласования принятой теоретической схемы с эмпирическим материалом осуществлялась с помощью статистических гипотез однородности временных рядов минимального стока открытого русла р. Припять – г. Мозырь по стандартным параметрическим критериям Стьюдента (оценка статистики t – значимости норм) и Фишера (оценка статистики F – отношение дисперсий).

Результаты и их обсуждение. На *рисунке 1* представлен многолетний ход минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь. На графике прослеживается некоторая цикличность колебаний: в период с 1877 по 1893 гг. наблюдается незначительный рост водности, который сменяется уменьшением водности до 1910 г., далее с 1939 по 1980 гг. имеет место рост расходов воды, затем спад до 1995 г. и далее спад до конца расчетного периода. При этом в 1913 г., 1933 г., 1980 г. и 1998 г. наблюдались наибольшие минимальные расходы воды открытого русла за весь период наблюдений 411, 421, 402 и 434 м^3/с соответственно. Наименьший минимальный летне-осенний расход воды наблюдался в 2015 г. и составил 48 м^3/с.

В *таблице 1* представлены выборочные оценки основных статистических параметров рассматриваемого временного ряда минимального стока открытого русла за период с 1877 по 2020 гг.

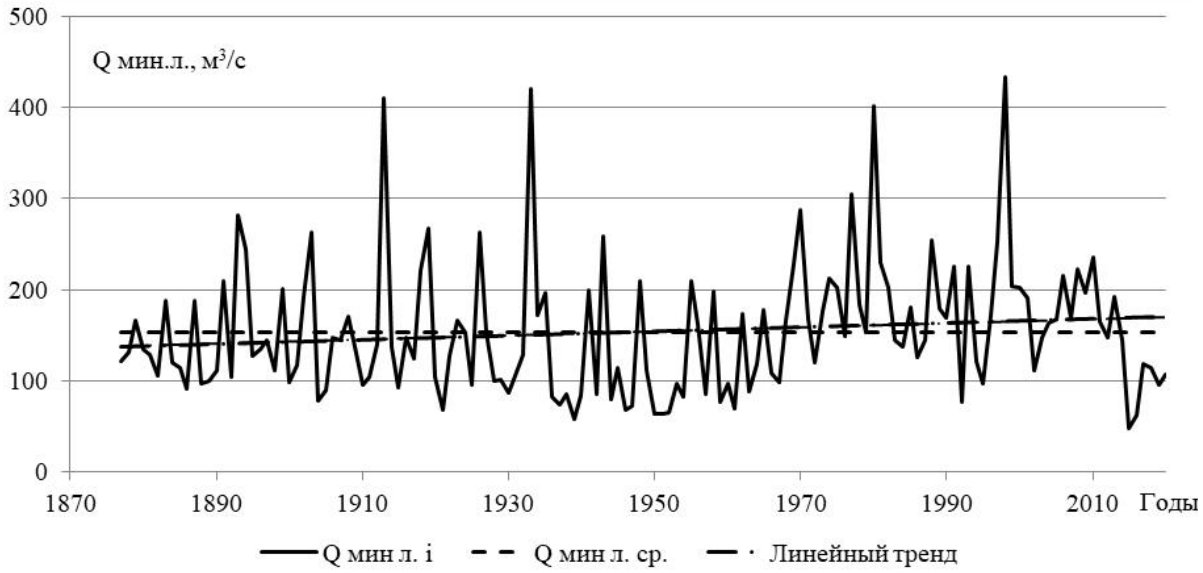


Рисунок 1. Многолетний ход минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь.

Таблица 1

Основные статистические характеристики минимального стока воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь за период 1877-2020 гг.

Норма стока, $\overline{Q}_{мин.л.}$, м³/с	Коэффициенты		
	вариации C_v	асимметрии Cs	автокорреляции $r(1)$
154	0,47	1,48	0,20

Эмпирические кривые обеспеченности соответствуют трех-параметрическому гамма-распределению при $Cs=3Cv$. Поскольку функция распределения вероятностей годового стока при таких оценках параметров незначительно отличается от функции нормального распределения, применение параметрических критериев для проверки статистических гипотез можно считать допустимым. Гистограмма, построенная для минимальных расходов воды открытого русла, свидетельствует, что распределение близко к нормальному *(рисунок 2)*.

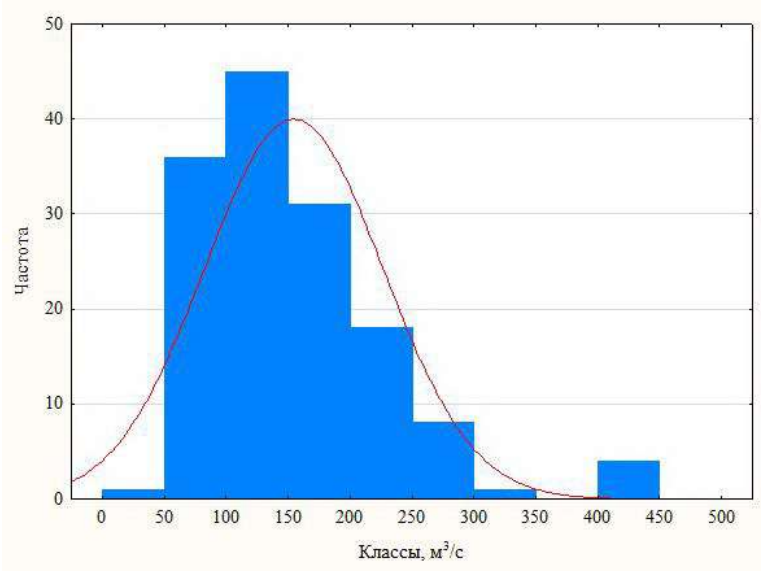


Рисунок 2. Гистограмма распределения минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь.

Анализ однородности рядов стока

Рассмотрим устойчивость выборочных статистик (средних, коэффициентов вариации) при изменении периодов осреднения применительно к минимальным расходам воды открытого русла р. Припять у г. Мозырь за 1877-2020 гг. (n=144 года). Проверка на однородность минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь по параметрическим критериям при уровне значимости 2α=5% дала следующие результаты: t=1,44<$t_{кр}$=1,98 (гипотеза по значимости норм не отвергается) и F=1,02<$F_{кр}$=1,48 (гипотеза по отношению дисперсий не отвергается), что свидетельствует об однородности временного ряда.

Для подтверждения гипотез однородности построена суммарная интегральная кривая минимальных расходов воды открытого русла р. Припять – г. Мозырь [7]. Как видно *(рисунок 3)*, резких переломных точек нет, что свидетельствует об отсутствии кардинальных изменений в исследуемой характеристике водного режима, хотя и имеет небольшой изгиб в годы активных крупномасштабных мелиораций.

Для исследования влияния крупномасштабных мелиораций и современного потепления климата выполнен сравнительные анализ трех интервалов: 1877-1964 гг. – период минимальных антропогенных воздействий; 1965-1986 гг. – период активных мелиоративных воздействий; 1987-2020 гг. – период современного потепления. В *таблице 2* приведены основные статистические параметры этих интервалов исследуемого временного ряда, а, в *таблице 3*, приведена матрица статистических критериев Стьюдента и Фишера и их критические значения.

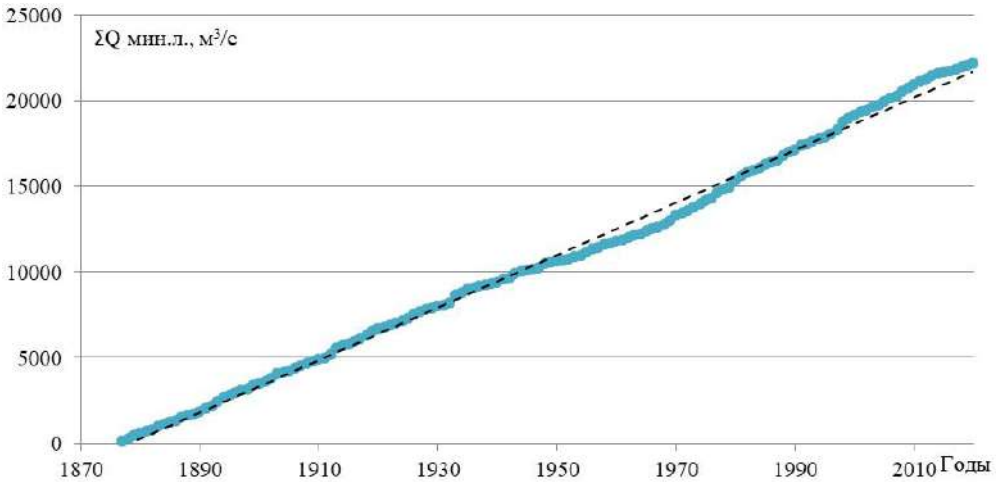


Рисунок 3. Суммарная интегральная кривая минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь.

Таблица 2

Основные статистические параметры минимальных расходов воды открытого русла временного ряда р. Припять в створе г. Мозырь для различных интервалов

Период	Статистические параметры				
	N, лет	$Q_{мин.\ л.\ ср}$, м³/с	*Cv*	*Cs*	*r*(1)
1877-1964	88	139	0,50	1,84	0,06
1965-1987	23	187	0,37	1,57	0,14
1988-2020	52	171	0,42	1,31	0,37

Анализ средних значений минимальных расходов воды открытого русла для трех рассматриваемых периодов, показывает, что нулевая гипотеза может быть принята только между периодами 1965-1987 гг. и 1988-2020 гг. Для периодов 1877-1964 гг. и 1965-1987 гг., а также 1877-1964 гг. и 1888-2020 гг. нулевая гипотеза о равенстве средних должна быть отвергнута. Это вызвано массовыми мелиорациями Полесья, когда были сброшены вековые запасы грунтовых вод, о чем и свидетельствует наибольшие расходы воды рек *(таблица 2)*. В тоже время нет оснований отвергать нулевую гипотезу для дисперсий. Таким образом, характер колебаний минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь является устойчивым. Различия в коэффициентах автокорреляции с использованием критериальной статистики на 5% уровне значимости не установлено [8].

Таблица 3

Статистические критерии (числитель) для различных интервалов временного ряда минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь и их критические значения (знаменатель)

Период	1965-1987		1988-2020	
	t-критерий для средних	*F*-критерий для дисперсий	*t*-критерий для средних	*F*-критерий для дисперсий
1877-1964	**2,97/2,03**	1,02/1,67	**2,18/2,00**	1,10
1965-1987	–	–	0,87/2,01	1,07/1,97

Примечание. Выделенные значения статистически значимы.

При изучении закономерностей многолетних колебаний речного стока несомненный интерес представляет совместный анализ динамики стока и обобщенных характеристик циркуляции атмосферы. В качестве последних обычно используется классификация Г.Я. Вангенгейма – А.А. Гирса, основанная на трех формах циркуляции *W* (западной), *E* (восточной) и *C* (меридиональной) [9]. Подробно этот вопрос для метеорологических рядов рассмотрен в монографии В.Ф. Логинова [10], где приведен их полный анализ. Поэтому в

настоящей работе остановимся вкратце на связи минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь с типом атмосферной циркуляции. Как видно из *таблицы 4*, диапазон изменения характеристик минимального стока открытого русла весьма значителен и крайние его значения существенно больше (меньше) аналогичных значений для *n*-летних периодов исходного ряда.

Таблица 4

Основные статистические параметры минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь для различных периодов

Период	*n*, лет	Тип атмосферной циркуляции	Статистические параметры					
			$Q_{мин.\ л.\ ср}$, $м^3/с$	$\sigma_{мин.\ л.\ ср}$, $м^3/с$	*Cv*	*r*(1)	α10, лет	*r*
1881-1890	10	C	124	35,2	0,28	-0,36	-21,4	-0,28
1891-1928	38	W	157	66,3	0,42	-0,02	-5,26	-0,08
1929-1939	11	E	137	103	0,75	0,20	-57,2	-0,18
1940-1948	9	C	130	72,4	0,56	-0,47	-10,5	-0,04
1949-1964	16	E+C	110	48,6	0,44	-0,05	22,7	0,22
1965-1988	24	E	189	69,5	0,37	0,11	12,1	0,12
1989-2010	22	W	190	71,38	0,38	0,18	13,6	0,12
2011-2020	10	E	120	44,6	0,37	0,48	-80,9	-0,55

Проверка гипотезы об однородности рассматриваемых параметров минимального стока открытого русла для периодов с разными типами циркуляции основана на использовании критериев Стьюдента и Фишера. Как показал анализ, для некоторых отрезков расхождения в параметрах существенны и могут быть признаны статистически достоверными. По математическому ожиданию статистически различимы периоды: 1881-1890 гг. (тип атмосферной циркуляции – С) с 1891-1928 гг. (W), 1965-1988 гг. (Е) и 1989-2010 гг. (W); 1891-1928 гг. (W) с 1949-1964 гг. (Е+С), 1989-2010 гг. (W) и 2011-2020 гг. (Е); 1940-1948 гг. (С) с 1965-1988 гг. (Е); 1949-1964 гг. (Е+С) с 1989-2010 гг. (W); 1965-1988 гг. (Е) с 1949-1964 гг. (Е+С) и 2011-2020 гг. (Е); 1989-2010 гг. (W) с 2011-2020 гг. (Е). Период 1965-1988 гг. (Е) и 1989-2010 гг. (W) являются самыми многоводными периодом, поэтому они отличается от большинства других периодов, в том числе и 1891-1928 гг. (W) с аналогичным типом циркуляции. Если расположить периоды типов атмосферной циркуляции по убыванию водности минимальные расходы воды открытого русла р. Припять, то получается следующая картина W–E–W–E–C–C–E–E+C. Рассматриваемые отрезки менее разнородные по дисперсиям. Здесь наибольшая изменчивость наблюдается у периода 1929-1939 гг. (Е), которая статистически различима с периодами: 1891-1928 гг. (W), 1949-1964 гг. (Е+С) и 2011-2020 гг. (Е). Для остальных периодов статистически значимых различий в характере колебаний стока не установлено. Таким образом, анализируемый ряд минимальных расходов воды открытого русла р. Припять – г. Мозырь неоднороден по математическому ожиданию и дисперсии. В то же время можно полагать, что для отдельных временных периодов с преобладанием того или иного типа атмосферной циркуляции выполняются условия стационарности. Переход же от одного состояния к другому происходит в естественных условиях под воздействием внешних климатических факторов, существенно изменяющих соотношение между осадками и испарением в пределах территории бассейна Припяти. Многолетние колебания стока р. Припять вызваны климатическими факторами, причина которых кроется в процессах крупномасштабного влагообмена в системе океан – атмосфера – суша [9].

Анализ цикличности рядов стока

Параллельно с концепцией случайности многолетних колебаний минимального стока открытого русла используется концепция цикличности. Под циклическими колебаниями (цикличностью) понимается изменчивость величин временных рядов, которая имеет различную степень регулярности, при условии существования математических ожиданий параметров этих колебаний. При анализе рядов наблюдений выявление цикличности многолетних колебаний сводится к определению групп лет с повышенными и пониженными стоковыми значениями. Наиболее распространенным способом для выявления тенденций к группированию лет с

относительно большими и малыми значениями стока, которые обусловлены корреляциями внутри ряда или наличием циклического тренда, заключается в графическом анализе разностной интегральной кривой *(рисунок 4)*.

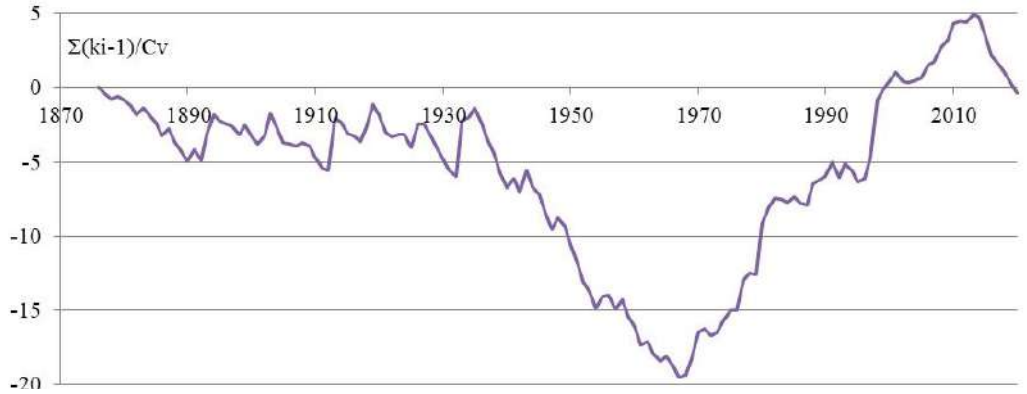


Рисунок 4. Нормированная разностная интегральная кривая минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь.

Сложность в использовании циклов для прогноза стока заключается в их апериодичности, так как фаза, амплитуда и длительность цикла меняются без видимых закономерностей. Кроме того, пока нет единого мнения о природе этих циклов: отсутствует объективная методика выделения и анализа циклов водности рек. Считается, что циклы обусловлены либо влиянием внешних (космофизических факторов), либо автоколебательными процессами в системе атмосфера-гидросфера Земли, либо естественными свойствами любой случайной последовательности.

По выборкам различной длины оценивались статистические параметры стока и исследовалась степень их изменения от выборки к выборке. Выборки строились как участки исследуемых рядов, различающиеся начальной точкой и длинной. В частности, рассматривались отрезки ряда, различающиеся степенью антропогенного воздействия на сток и типом атмосферной циркуляции. Кроме того, были определены статистические параметры для отрезков исходного ряда, полученные в результате процедуры скользящего 20-летнего, 30-летнего, 35-летнего и 50-летнего осреднения. Проверка однородности выборочных статистических параметров осуществлялась с помощью тестовых критериев Стьюдента и Фишера [11].

Как видно из *рисунков 5, 6* крайние значения математического ожидания различных периодов осреднения имеет существенный размах. Это обусловлено маловодным периодом 30-70 годах прошлого столетия, что вносит во временной ряд минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь существенные различия. Такие различия в оценках параметров свидетельствуют о применении гипотезы о нестационарности рассматриваемого временного ряда, что подтверждает проверка гипотезы об однородности рассматриваемых статистических параметров для различных периодов сглаживания, которая при доверительной вероятности 5% расхождения в этих параметрах могут быть признаны статистически достоверными во всех рассматриваемых случаях. Сопоставление многолетних скользящих изменений средних и дисперсий показывает слабую синхронность в их изменениях.

Наибольшая дисперсия отмечается в начале XX столетия до его середины, тогда как средние значения стока в это время не были экстремальными. В тоже время многоводный период последней четверти XX столетия совпал с повышенной изменчивостью стока. Высокая изменчивость стока в 30-70-ые годы XX столетия приходится как на годы большой, так и малой водности.

В связи с тем, что оба критерия дают сравнимые результаты, использование принципа цикличности (квазипериодичности) при анализе и прогнозе многолетних колебаний минимального летне-осеннего стока допустимо.

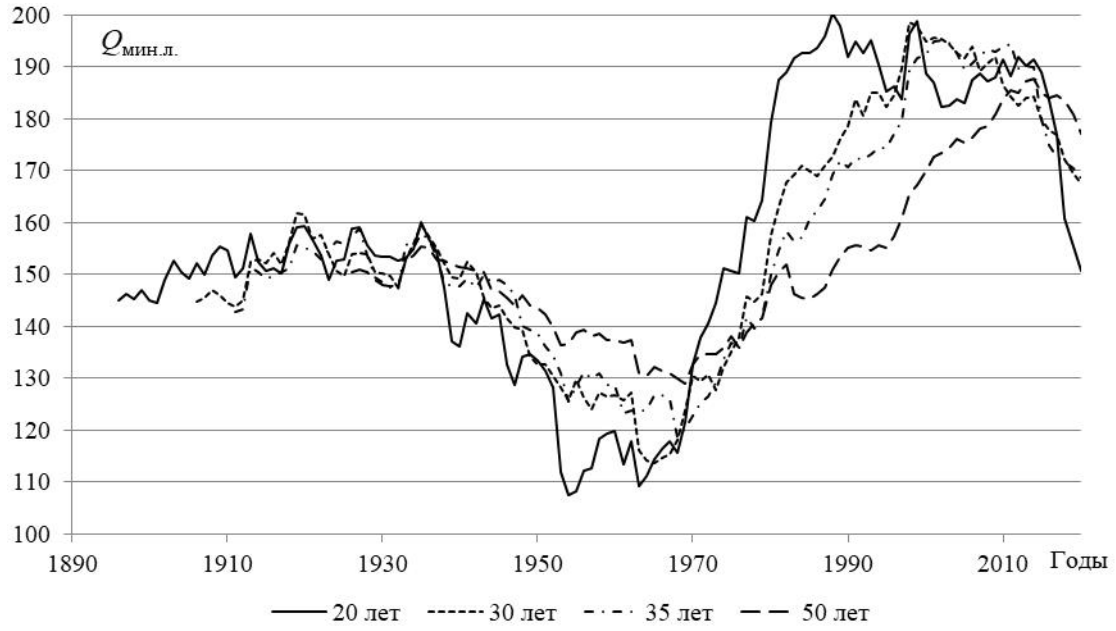


Рисунок 5**.** Динамика скользящих средних за различные периоды осреднения минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь.

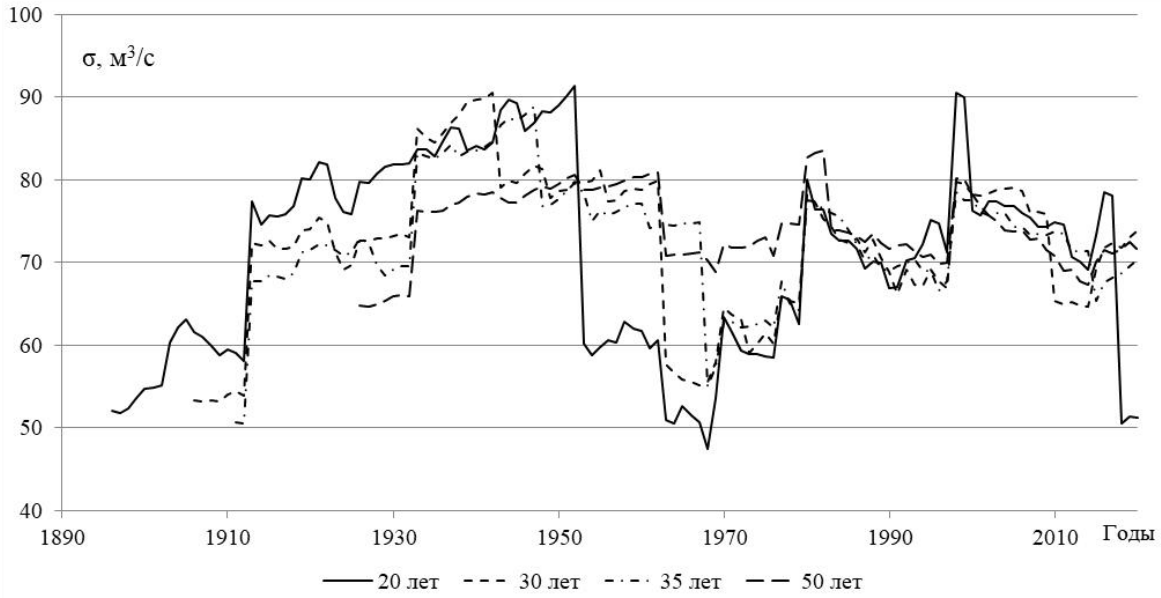


Рисунок 6**.** Динамика скользящих дисперсий за различные периоды осреднения минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь.

Построение прогнозных моделей

Когда тренд явно не выражен, необходимо рассматривать совместно выборочные автокорреляционную (АКФ) и частную автокорреляционную (ЧАКФ) функции данного процесса, с помощью которых определяются характер изменения минимального стока рек открытого русла. При этом используются следующие критерии оценки степени нестационарности процесса и выбора модели, приведенные в [9, 12].

В нашем случае АКФ и ЧАКФ имеют значительную величину при $\tau=1$ и $\tau=10$, тогда как все остальные значения их ординат статистически незначимы и характеризуются чередованием положительных и отрицательных значений *(рисунок 7).*

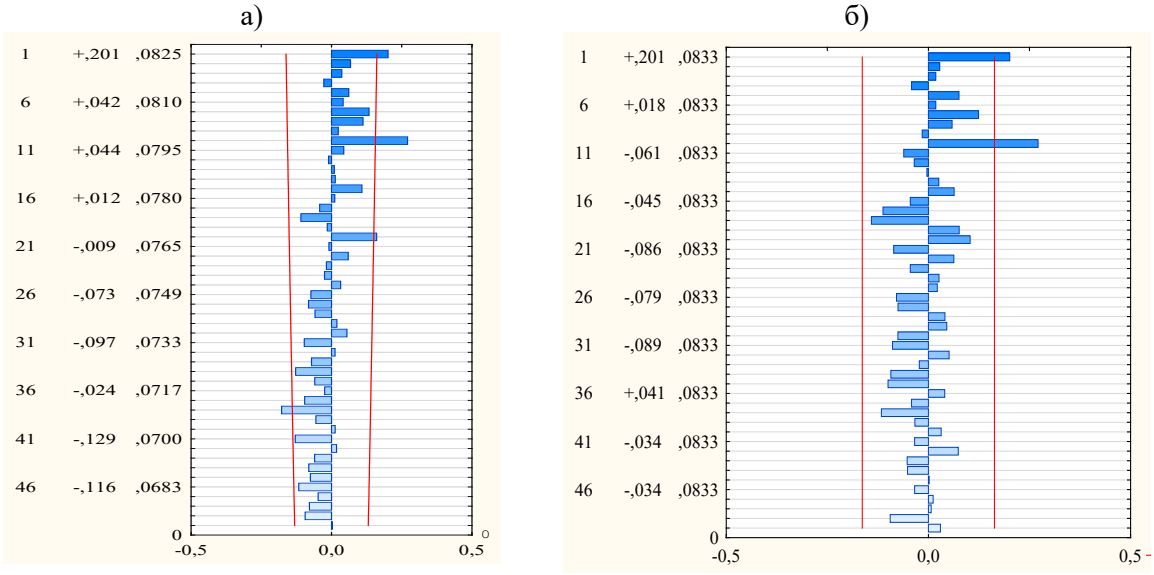


Рисунок 7. Автокорреляционная функция (а) и частная автокорреляционная функция (б) минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь.

Следовательно, рассматриваемый процесс минимального стока открытого русла может быть идентифицирован моделью АР (1), следующего вида:

$$Q_{мин.л.}(t) = Q_{ср.мин.л.} + r(1) \cdot \left[Q_{мин.л.}(t-1) - Q_{ср}\right] + \xi(t), \quad (1)$$

где $Q_{мин.л.}(t)$ и $Q_{мин.л.}(t-1)$, м^3/с – минимальные расходы воды открытого русла в t-й и предшествующий ему (t-1)-й годы; $\xi(t)$ – гауссовский «белый шум» с нулевым средним и $\sigma_\xi = \sigma_Q \cdot \sqrt{1 - r(1)^2}$.

В соответствии с уравнением (1) для временного ряда минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь при $r(1)$=0,20 и $Q_{ср.\ мин.л.}$=154 м^3/с *(таблица 1)*, а также σ_ξ =72,4 м^3/с и σ_Q=70,9 м^3/с.

$$Q_{мин.л.}(t) = 0{,}20 \cdot Q_{мин.л.}(t-1) + 123 + \xi(t).$$

Коэффициент корреляции между минимальными расходами воды открытого русла текущего года и предшествующего составляет r=0,20> $r^T_{(141,\ 5\ \%)}$=0,16.

Практический интерес представляет выявление закономерностей в динамике основных гидрологических характеристик: плавного возрастания или убывания (монотонный тренд), периодических изменений (циклический тренд), постоянства в течение каких-то периодов времени и резкого изменения при переходе от одного отрезка к другому (ступенчатый тренд). Все эти ситуации могут быть описаны полиномиальной аппроксимацией тренда вида [9]:

$$Q_{ср}(t) = a_0 + \sum_{i=1}^{k} a_i \cdot \varphi_i(t), \quad (2)$$

где $\varphi_i(t) \ldots \varphi_k(t)$ – заданные функции времени; $a_0 \ldots a_k$ – коэффициенты регрессии.

Функции времени могут быть либо линейными, степенными, показательными или логарифмическими при монотонном тренде, либо тригонометрическими при цикличном и кусочно-постоянными при ступенчатом тренде. Во всех этих случаях параметры $a_0 \ldots a_k$ оцениваются по имеющемуся ряду наблюдений $X_1 \ldots X_n$.

Первое слагаемое в правой части (2) можно трактовать как сток, обусловленный атмосферными осадками предшествующего года аккумулированный бассейном реки и сбросом их в русло в данном году. При этом случайная составляющая $\xi(t)$ в (2), очевидно, должна включать в себя и ту часть стока текущего года, которая сформирована за счет осадков первой половины этого года. В результате можно записать следующие уравнения [9]:

$$Q(t) = a \cdot Q(t-1) + b \cdot W_{oc}(t) + \xi(t_1), \quad (3)$$

$$Q(t) = c \cdot W_{oc}(t-1) + d \cdot W_{oc}(t) + \xi(t_2), \quad (4)$$

где $W_{oc}(t)$ и $W_{oc}(t-1)$ – осадки первой половины текущего и весь объем осадков предшествующего годов.

Располагая временными рядами годовых значений атмосферных осадков и речного стока, коэффициенты *a*, *b*, *c*, *d* из (4) и (5) можно определить с помощью аппарата множественной регрессии. Применительно к бассейну Припяти в замыкающем створе г. Мозырь для минимальных расходов воды открытого русла, м^3/с, получены следующие уравнения:

$$Q(t) = 0{,}283 \cdot Q(t-1) + 0{,}403 \cdot W_{oc}(t) + 72{,}02 + \xi(t_1), \quad (5)$$

$$Q(t) = 0{,}209 \cdot W_{oc}(t) + 0{,}072 \cdot W_{oc}(t-1) - 1{,}505 + \xi(t_2). \quad (6)$$

Коэффициент множественной корреляции для уравнения (5) составляет R=0,48>$R^T_{(73,\ 5\ \%)}$=0,231, а для уравнения (6) – R=0,41>$R^T_{(73,\ 5\ \%)}$=0,231.

Нами предпринята попытка описать колебания минимальных расходов воды открытого русла р. Припять – г. Мозырь с помощью сложной модели Маркова со сдвигом до 50 лет. Регрессионно-корреляционный анализ показал, что для построения модели могут использоваться $Q(t-1)$; $Q(t-7)$ и $Q(t-10)$, частный вид модели:

$$Q(t) = 0{,}267 \cdot Q(t-1) + 0{,}220 \cdot Q(t-7) + 0{,}220 \cdot Q(t-10) + 43{,}5 + \xi(t). \quad (7)$$

Коэффициент множественной корреляции для уравнения (7) составляет R=0,43>$R^T_{(94,5\%)}$=0,203.

Заключение. Проведенная оценка степени однородности основных статистических характеристик минимальных расходов воды открытого русла р. Припять в створе г. Мозырь за почти 150-летний период можно считать условно однородным, статистически значимые изменения минимального стока открытого русла имеет место только на отдельных интервалах обусловленных естественно-климатическими изменениями гидрологического цикла. При анализе закономерностей многолетних колебаний минимального стока рек открытого русла использование методов теории случайных процессов должно сочетаться с анализом генезиса рассматриваемого процесса и определяющих его природно-хозяйственных факторов, прежде всего климатических.

Список литературы

1. Беларуская энцыклапедыя: у 18 т./ рэдкал.: Г.П. Пашкоў (гал. рэд.) [і інш.]. Мінск: БелЭн, 2002. Т. 15. 552 с.
2. Волчек А.А. Автоматизация гидрологических расчетов / Водохозяйственное строительство и охрана окружающей Среды: Труды международной научно-практической конференции/ Брест. политехн. институт. Биберах – Брест – Ноттингем, 1998.С.55-59.
3. Волчек А.А., Парфомук С.И. Пакет прикладных программ для определения расчетных характеристик речного стока // Веснік Палескага джзяржаўнага універсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. 2009. № 1. С. 22-30.
4. Логинов В.Ф., Волчек А.А. Колебания годового воды р. Неман у г. Гродно // Водные ресурсы. 2006. Т. 33. № 6. С. 635-663.
5. Логинов В.Ф., Волчек А.А., Шведовский П.В. Практика применения статистических методов при анализе и прогнозе природных процессов. Брест: БГТУ, 2004. 301 с.
6. Лукьянец О.И., Москаленко С.А. Закономерности многолетней изменчивости водного стока рек бассейна р. Припять (в пределах Украины) и прогнозные оценки их водности // Актуальные проблемы наук о Земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды: Сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. Брест : БрГУ, 2017. Ч. 1. С. 184-188.
7. Волчек А.А. Гидрологические расчеты: учебное пособие. М.: КНОРУС, 2021. 418 с.
8. Поллард Дж. Справочник по вычислительным методам статистики / Пер. с англ. В.С. Занадворова: Под ред. Е.М. Четыркина. М.: Финансы и статистика, 1982. 344 с.
9. Исмайылов Г.Х., Федоров В.М. Анализ многолетних колебаний годового стока Волги // Водные ресурсы. 2001. Т. 28. №5. С. 517-525.
10. Логинов, В.Ф. Причины и следствия климатических изменений. Минск: Наука і тэхніка, 1992. 319 с.
11. Христофоров А.В. Теория случайных процессов в гидрологии. М.: Из-во МГУ, 1994. 141 с.
12. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов, прогноз и управление. М.: Мир, 1974. Вып. 1. 406 с.

УДК 911.2:502:571.51
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-250-254

ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ОСТЕПНЕННЫХ СКЛОНОВ НАЗАРОВСКОЙ КОТЛОВИНЫ

CHANGES IN THE HYDROTHERMAL STATE OF SOILS ON THE STEPIFICATE SLOPE OF THE NAZAROVSKAYA BATTLE

Воробьева И.Б.
Vorobyeva I.B.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия
Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia

E-mail: irina-vorobyeva@yandex.ru

Аннотация. Представлены результаты исследования гидротермического стояния темно-серой лесной почвой (т. «Кадат-лес») и чернозема слаборазвитого (т. «Кадат-степь») на остепненных склонах Назаровской котловины. Актуальность исследования обусловлена необходимостью анализа изменений изучаемых параметров в условиях краткопериодических изменений климата в островной лесостепи. В исследованиях были использованы общепринятые методы. Установлено, что за период с 1986 по 2023 гг., среднегодовая температура воздуха и суммы осадков за год показывают положительный тренд. Средняя температура воздуха за июль мало изменялась, а сумма осадков показывала устойчивый положительный тренд, что согласуется с выявленными общепринятыми трендами. Внутри почвенного профиля количество влаги плавно уменьшается с глубиной. Минимальные количества влаги выявлены в начале XXI века, с ее последующим увеличением во всех местоположениях. Выявлено, что в лесном массиве паркового типа температура воздуха не существенно отличается от температуры на поверхности почвы. С глубиной данные температуры сглаживаются и проявляется обратная зависимость: в большей степени увлажненная почва показывает более низкие величины температуры. Изучения запасов водорастворимых форм элементов во времени показал существенные изменения в темно-серой лесной почве и маломощном черноземе степной фации в трансэлювиальных условиях. Запасы продуктивной влаги в корнеобитаемом слое сократились почти в два раза, а в нижних слоях достигают уровня влажности завядания. Выявлен рост в 2-3 раза запасов мобильного углерода, кальция, магния и уменьшение минерального.

Ключевые слова: лесостепь, почва, температура воздуха, сумма осадков, влажность почвы.

Abstract. The results of a study of the hydrothermal standing of dark gray forest soil (the so-called "Kadat-forest") and underdeveloped chernozem (the so-called "Kadat-steppe") on the steppe slopes of the Nazarovskaya depression are presented. The relevance of the study is due to the need to analyze changes in the studied parameters under conditions of short-term climate changes in the island forest-steppe. The studies used generally accepted methods. It was found that for the period from 1986 to 2023, the average annual air temperature and annual precipitation show a positive trend. The average air temperature for July changed little, and the amount of precipitation showed a stable positive trend, which is consistent with the generally accepted trends identified. Inside the soil profile, the amount of moisture gradually decreases with depth. Minimum amounts of moisture were detected at the beginning of the 21st century, with its subsequent increase in all locations. It was revealed that in a park-type forest, the air temperature does not differ significantly from the temperature on the soil surface. With depth, these temperatures smooth out and an inverse relationship appears: more moist soil shows lower temperature values. A study of the reserves of water-soluble forms of elements over time showed significant changes in dark gray forest soil and thin chernozem of the steppe facies in transeluvial conditions. The reserves of productive moisture in the root layer have decreased by almost half, and in the lower layers they reach the level of wilting moisture. An increase of 2-3 times in the reserves of mobile carbon, calcium, magnesium and a decrease in mineral reserves was revealed.

Key words: forest-steppe, soil, air temperature, precipitation, soil moisture.

Назаровская котловина расположена на стыке двух геоморфологических провинций: Алтае-Саянской горной области и Западно-Сибирской равнины и является самой северной и наиболее опущенной в системе Минусинского межгорного понижения. Назаровская лесостепь располагается в глубине евроазиатского континента, что определяет вместе с рельефом различные климатические условия и соответственно специфичность растительного и почвенного покрова. Лесостепь Назаровской котловины расположена не сплошной зоной, а изолированными островами среди сплошных лесных массивов. В пределах таких «островов» степная

растительность и, следовательно, степные почвы занимают террасы долин существующих водотоков, древних сухих долин и крутые склоны. На водоразделах доминирует лесная растительность [1].

Климат Назаровской котловины определяется ее внутриконтинентальным расположением и циркуляцией атмосферы. Термический режим отличается значительной континентальностью и большой изменчивостью его характеристик во времени [2].

Ландшафты Назаровской котловины сильно нарушены в результате рубок, пожаров, перевыпаса, рекреации. Слабоувалисто-равнинная поверхность впадины относится к лесостепному поясу, а горное обрамление – к лесному низкогорному. В лесостепном поясе доминируют сообщества березовой остепненной осоково-злаково-бобово-высокотравной группы ассоциаций (на месте остепненных светлохвойных) в сочетании со степными на склонах гряд или на плакорной поверхности. Почти вся территория находится сфере действия сельского хозяйства или рекреации, поэтому сохранившаяся естественная растительность представлена различными стадиями деградациями коренных геосистем [3].

Почвенный покров Назаровской котловины и ее горного обрамления представлен длительномерзлотными почвами: черноземами, серыми лесными, дерновыми лесными, подзолистыми, дерново-карбонатными, лугово-черноземными, болотными и др. Черноземы обыкновенные и выщелоченные развиты на остепненных участках. Серые лесные почвы распространены на северных и восточных склонах с березовыми и смешанными высокотравными лесами. В целом почвенный покров изменен сельскохозяйственной деятельностью, а также в разной степени ветровой и водной эрозии.

Цель исследования – выявление колебаний гидротермических показателей темно-серой лесной и чернозема островной лесостепи.

Объекты и методы. Изучение изменения гидротермических и физико-химических свойств почв проводились нашими предшественниками с начала 1980-х годов на ключевых участках с использованием метода сопряженного анализа вещества [4]. Первоначальное описание объектов исследования выполнено А.В. Мартыновым [5], начавшим режимные наблюдения за миграцией вещества на данной территории. Наши исследования осуществлялись на Березовском физико-географическом стационаре Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН в лесостепных геосистемах Назаровской котловины.

Используемые методы: ландшафтно-геохимический, сравнительно-географический, сравнительно-аналитический, профильно-генетический, статистический. Пробы почв отбирались буровым способом по слоям: 0-5, 5-10 и далее через 10 см до глубины 50 см. Температура почвы измерялась с использованием термометра-щупа АМ-6 через 5 см до глубины 20 см. Влажность почвы определялась весовым методом. Объекты исследования расположены на горе Малый Сюгень, абсолютная высота 400 м, на склоне юго-восточной экспозиции, окраинная часть горной системы Кузнецкого Алатау.

Объектами наблюдений служили биогеоценозы, относящиеся к следующим фациям *(рисунок 1):*

– трансэлювиальная выпуклосклоновая березовая бобово-разнотравная паркового типа с темно-серой лесной маломощной среднесуглинистой почвой (т. Кадат-лес);

– трансэлювиальная привершинной злаково-полынной с черноземом слаборазвитым бескарбонатным среднегумусным легкосуглинистым (т. Кадат-степь) [4].

Фация Кадат-лес расположена на выположенном участке в верхней трети склона юго-восточной экспозиции. Березовый лес паркового типа бобово-разнотравный. Защебнен с глубины 43 см. Почва от соляной кислоты не вскипает. Материнская порода – бескарбонатный элюво-делювий аргиллитов. На поверхности почвы отмечается фрагмертарная подстилка из слаборазложившегося опада березовых листьев и трав.

Фация Кадат-степь расположена в 50 м к юго-востоку от предыдущей, в верхней трети склона юго-восточной экспозиции. Злаково-полыная степь. Материнсая порода – элювио-делювий аргиллитов. На поверхности камни [4]).


а

б

Рисунок 1. Объекты исследования: трансэлювиальная выпуклосклоновая березовая бобово-разнотравная паркового типа с темно-серой лесной – т. «Кадат-лес» (а); трансэлювиальная привершинной злаково-полынной с черноземом слаборазвитым бескарбонатным – т. «Кадат-степь» (б) (Фото Воробьевой И.Б.).

Результаты и обсуждение. Исследования гидротермического состояния почв изучались в разные по климатическим условиям годы. По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) установлено, что основной особенностью современных изменений глобального климата является глобальное потепление конца XX в. – начала XXI в. (начиная со второй половины 1970-х годов), а основным индикатором – глобальная, т. е. осредненная по всему земному шару, приповерхностная температура. Практически на всей территории России уверенно определяется продолжающееся потепление. Тренд годовых сумм осадков за период 1976-2012 гг. на большей части территории России также положителен [6].

По данным метеостанции «Шарыпово» выявлено, что за период с 1986 по 2023 гг., среднегодовая температура воздуха и суммы осадков за год показывают положительный тренд *(рисунок 2).* Тогда как средняя температура воздуха за июль мало изменялась, а сумма осадков показывала устойчивый положительный тренд, что согласуется с общепринятыми трендами.

Почва способна «записывать» локальную, конкретную комбинацию факторов и процессов. Обнаружено, что количество влаги плавно уменьшается вниз по почвенному профилю как в темно-серой лесной почве, так и черноземе *(рисунок 3).* Следует отметить, что минимальные количества влаги были выявлены в начале XXI века (2003 г.), с последующим увеличением (2007-2014 гг.) – т. «Кадат-лес», тогда как в черноземе т. «Кадат-степь» количество влаги значительно меньше, но сохраняется та же тенденция.

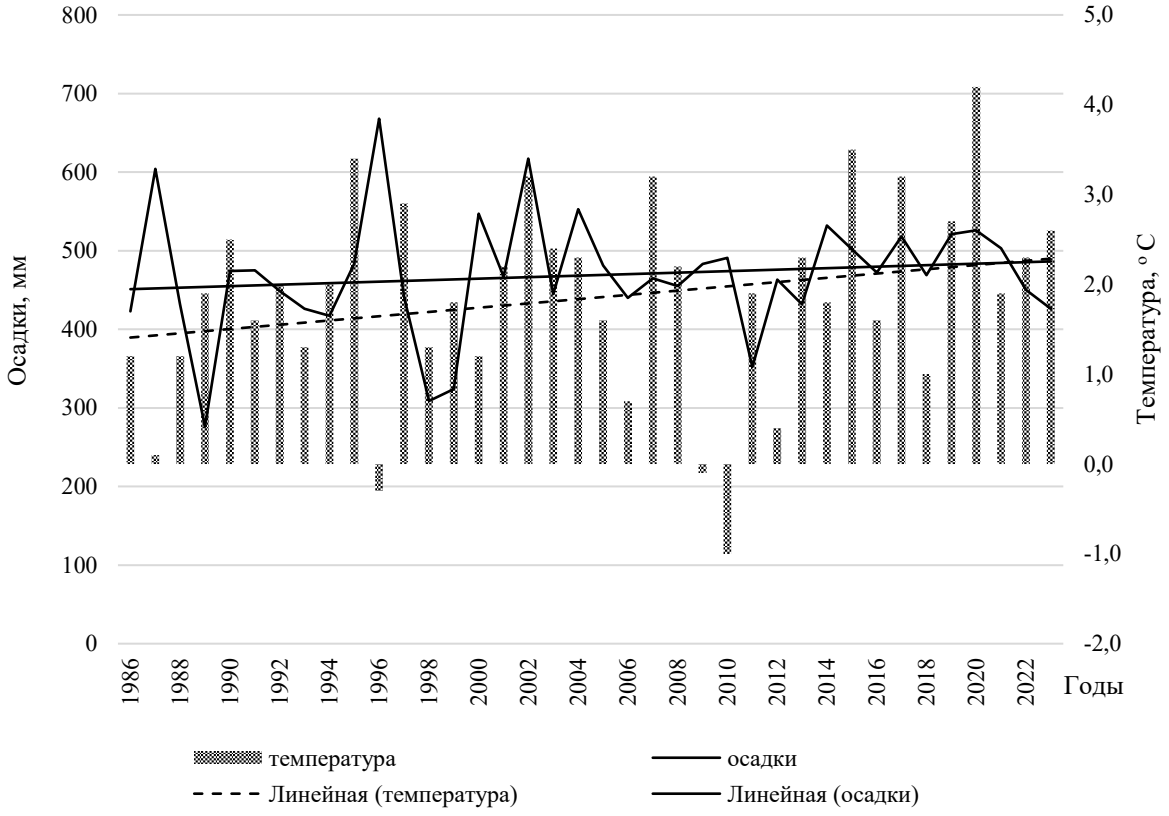
Температурный режим почв более разнообразен. В лесном массиве паркового типа температура воздуха не существенно отличается от температуры на поверхности почвы. С глубиной данные температуры сглаживаются и проявляется обратная зависимость: в большей степени увлажненная почва показывает более низкие величины температуры. На склоне степные почвы (чернозем) более прогреты, температура поверхности почвы выше, чем температура воздуха. С глубиной изменения менее заметны.

Анализ запасов мобильного вещества в почвах исследуемых фаций показал тенденции изменений их количественных параметров *(таблица 1).* Установлено, что запасы влаги в верхней полуметровой толще почв минимальны, снижаясь нередко до уровня влажности завядания. Временами в гумусовом горизонте создавался дефицит влаги. Соответственно уменьшается и количество водорастворимой формы исследованных элементов.

Исследования запасов водорастворимых форм элементов во времени показал заметные изменения в темно-серой лесной почве и маломощном черноземе степной фации в трансэлювиальных условиях. Запасы продуктивной влаги в корнеобитаемом слое сократились почти в два раза, а в нижних слоях достигают уровня влажности завядания. Выявлен рост в 2-3 раза запасов мобильного углерода, кальция, магния и уменьшение минерального.

Таким образом, анализ полученных данных показал, что колебания атмосферного климата сказываются на климате почв. В результате во влажные в многолетнем ряду годы природные режимы почв лесостепи приближаются к режиму луговых, а в сухие годы – к режиму характерному для степей.

а



б

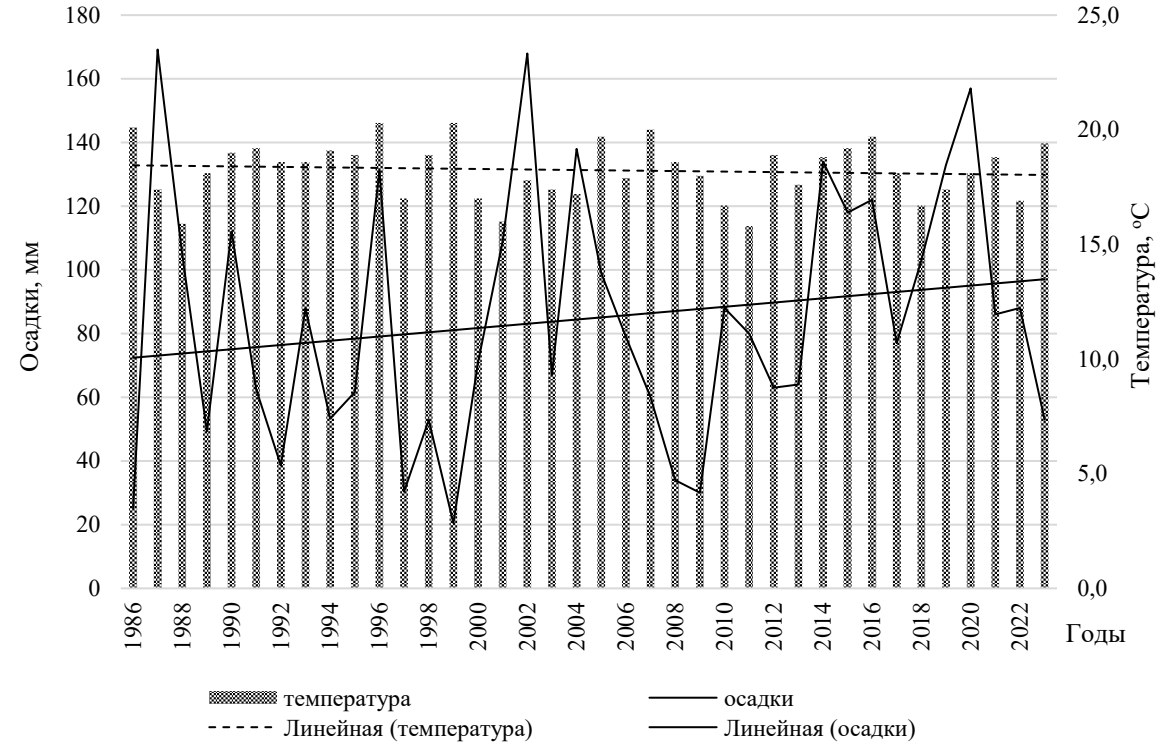


Рисунок 2. Изменения среднегодовой температуры воздуха и суммы осадков (а), средней температуры и суммы осадков за июль (б). Линии тренда: сплошная – осадки, пунктир – температура.

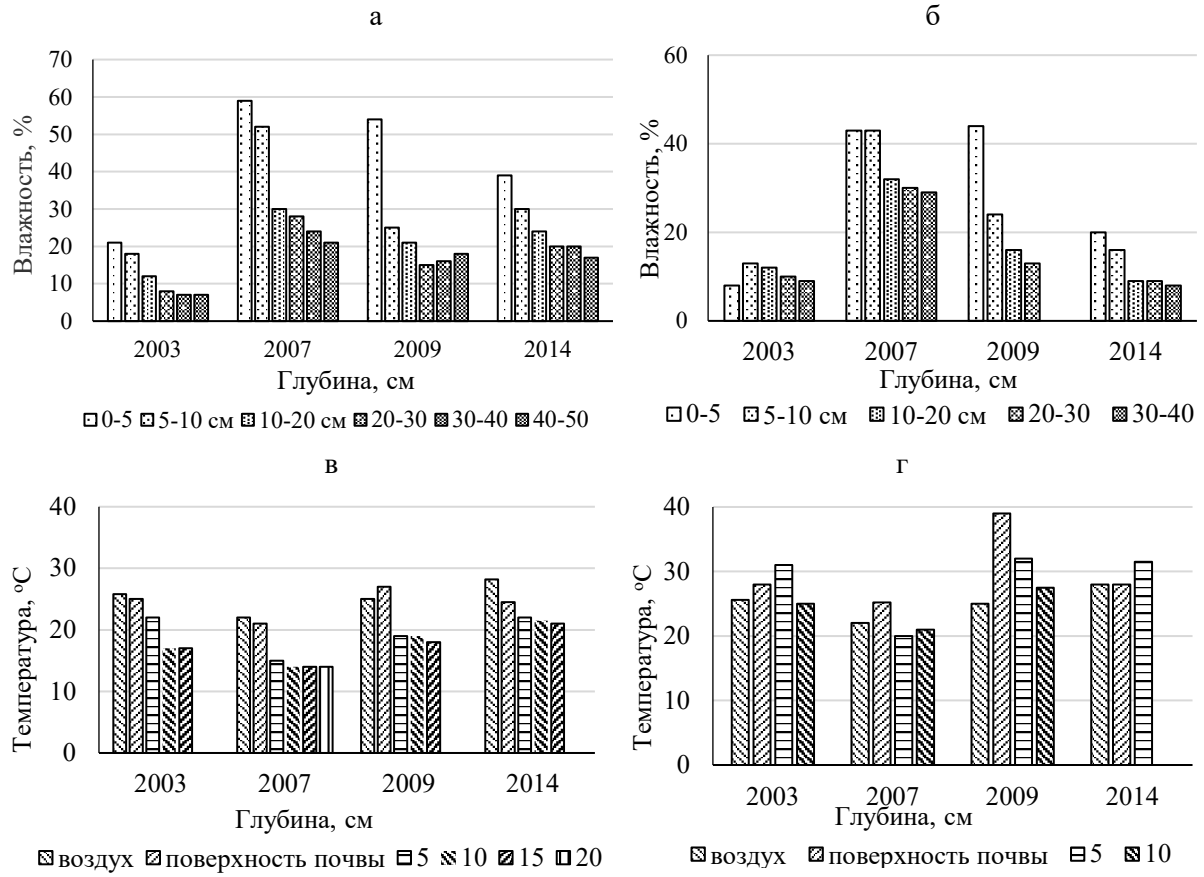


Рисунок 3. Изменения влажности темно-серой лесной почвы – т. «Кадат-лес» (а) и чернозема слаборазвитого – т. «кадат-степь» (б), температуры воздуха и почвы т. «Кадат-лес» (в) и т. «Кадат-степь» (г).

Таблица 1

Запасы водорастворимых форм элементов (кг/га) и влаги (мм)

Фация	Слой, см	С общ., т/га	С орг.	С мин.	Ca	Mg	H_2O, мм
			кг/га				
Кадат-лес*	0-20	-	306	317	55	31	48
	0-50	-	838	191	165	83	126
Кадат-степь*	0-20	-	346	105	92	31	35
Кадат-лес	0-20	100	1669	76	202	134	25
	0-50	156	2700	132	362	253	50
Кадат-степь	0-20	93	636	77	181	53	22

Примечание: «*» – данные А.В. Мартынова [4].

Список литературы

1. Хотинский Н.А. Распределение растительности в островной Канской лесостепи // Географические сообщения. Материалы XII конференции молодых ученых Института географии АН СССР. Москва, 1961. С. 93-94.

2. Природа и хозяйство района первоочередного формирования КАТЭКа. Новосибирск: Наука, 1983. 258 с.

3. Географические исследования Сибири. Т. 2 Ландшафтнообразующие процессы / Гл. ред. А.Н. Антипов. Новосибирск: «ГЕО», 2007. 315 с.

4. Снытко В.А., Семенов Ю.М., Мартынов А.В. Ландшафтно-геохимический анализ геосистем КАТЭКа. Новосибирск: Наука, 1987. 108 с.

5. Мартынов А.В. Почвенно-геохимические показатели динамики вещества в естественных и измененных геосистемах // Динамика вещества в геосистемах. Иркутск, 1983. С. 17-27.

6. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М., 2014. 58 с.

УДК 574.42
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-255-258

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСТЕПНЕННЫХ СООБЩЕСТВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE SETTLED COMMUNITIES OF CENTRAL YAKUTIA

Гаврильева Л.Д.
Gavrilyeva L.D.

Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова, Якутск, Россия
Research Institute of Applied Ecology of the North of M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

E-mail: adoxa@mail.ru

Аннотация. К верхнему гидротермическому поясу аласов Центральной Якутии на аласных остепненных почвах с повышенной обеспеченностью тепловыми ресурсами при остром дефиците продуктивной влаги в основной период развития растений приурочены остепненные луга, на склонах характерны степные сообщества. По результатам эколого-флористической классификации пастбищных аласов Лено-Амгинского междуречья на верхнем гидротермическом поясе растительность представлена 5 ассоциациями из 2 классов, 3 порядков, 4 союзов. Приводится характеристика сообществ класса Cleistogenetea squarrosae Mirkin et al. 1986 и Polygono-Artemisietea austriacae Mirk et al. in Ishbirdin et al.1988, их изменения в ходе пастбищной дигрессии и сравнение синтаксонов, выделенных в ходе исследования с ранее опубликованными синтаксонами. Сообщества естественной растительности аласов сменяются при интенсивном выпасе сообществами антропогенного происхождения, выделенными ранее только в населенных пунктах.

Ключевые слова: классификация, алас, остепненная растительность, пастбищная дигрессия.

Abstract. Steppe communities are associated with the upper hydrothermal belt of alases of Central Yakutia on alas steppe soils with increased provision of thermal resources with an acute shortage of productive moisture during the main period of plant development. According to the results of the ecological and floristic classification of pasture alases of the Leno-Amginsky interfluve on the upper hydrothermal belt, vegetation is represented by 5 associations from 2 classes, 3 orders, 4 alliances. A characterization of communities of the class Cleistogenetea squarrosae by Mirkin et al. 1986 и Polygono-Artemisietea austriacae Mirk. et al. in Ishbirdin et al.1988, their changes during pastoral digression and comparison of syntaxons isolated during the study with previously published syntaxons. Communities of natural vegetation of alases are replaced by intensive grazing by communities of anthropogenic origin, previously identified only in settlements.

Key words: classification, alas, steppe vegetation, grassland digression.

Введение. Аласные термокарстовые котловины площадью от нескольких десятков квадратных метров до нескольких десятков квадратных километров, глубиной от 1 до 15 м со своеобразными растительными сообществами, являются основными кормовыми угодьями в Центральной Якутии. Растительность располагается поясами от прибрежно-водных сообществ вокруг озера, избыточно-увлажненных, настоящих до остепненных лугов на верхнем поясе на периферии аласов, на склонах характерны степные сообщества.

К верхнему гидротермическому поясу (луг недостаточного увлажнения) приурочены аласные остепненные почвы, где характерна повышенная обеспеченность тепловыми ресурсами при остром дефиците продуктивной влаги в основной период развития растений.

Одним из важных факторов, определяющих изменения растительности, является интенсивность пастбищной нагрузки.

Материалы и методы. Исследования растительности проводились на аласах Лено-Амгинского междуречья Центральной Якутии. Геоботанические описания выполнялись на площадках размером примерно 100 м^2 или в пределах естественных границ. Проективное покрытие оценивалось в баллах по 6-бальной шкале [1].

Эколого-флористическая классификация строилась в соответствии с общими установками направления Браун-Бланке [2-4].

Латинские названия растений даны по сводке С.К. Черепанова [5].

Результаты исследований и их обсуждение. По результатам эколого-флористической классификации пастбищных аласов Лено-Амгинского междуречья растительность верхнего гидротермического пояса, в соответствии с Продромусом растительных сообществ Республики Саха (Якутия) [6, 7], представлена 5 ассоциациями из 2 классов, 3 порядков, 4 союзов.

Класс CLEISTOGENETEA SQUARROSAE Mirk. et al. 1986
Пор. Stipetalia krylovii Mirk. in Gogoleva et al. 1985
Союз Stipion krylovii Mirk. in Gogoleva et al. 1985
Acc. Stipetum krylovii Mirk. et al. 1985
Пор. Festucetalia lenensis Mirk. in Gogoleva et al. 1987
Союз Festucion lenensis Mirk. in Gogoleva et al. 1987
Acc. Carici duriusculae - Festucetum lenensis Mirk. et al. 1985
Субасс. elytrigietosum repentis
Вар. Artemisia jacutica
Вар. typica
Субасс. puccinellietosum Mirk. et al. 1985
Вар. Koeleria cristata
Вар. typica
Вар. Plantago media
Союз Pulsatillion flavescentis Mirk. in Gogoleva et al. 1987
Acc. Pulsatilletum flavescentis Mirk. et al. 1985
Класс POLYGONO-ARTEMISIETEA AUSTRIACAE Mirk.et al. in Ishbirdin et al.1988
Порядок Caricetalia duriusculae Mirk.et Kashapov 1987
Союз Artemisio - Caricion duriusculae Gogoleva et al. 1987
Acc. Carici duriusculae - Puccinellietum hauptianae Gogoleva et al. 1987
Acc. Elytrigio repentis - Caricetum duriusculae Gavrilyeva 1998

При слабой и средней пастбищной нагрузке растительность представлена сообществами, относящимися к классу якутских и дауромонгольских степей Cleistogenetea squarrosae Mirk. et al. 1986 [8]. В Якутии сообщества данного класса разделяют на 2 порядка: Stipetalia krylovii Mirk. in Gogoleva et al. 1985 и Festucetalia lenensis Mirk. in Gogoleva et al. 1987.

Порядок Stipetalia krylovii объединяет сообщества сухих степей, которые в результате выпаса постепенно выпадают. На обследованных аласах сообщества этого союза встречались редко. Ассоциация Stipetum krylovii Mirk. et al. 1985 представляет сообщества стадии стабилизировавшейся поверхности, когда процессы эрозии угасают или выражены в незначительной степени. В сообществах ассоциации доминирует *Stipa krylovii* Roshev. В отличие от ранее опубликованных работ, чаще встречаются виды союза Pulsatillion flavescentis Mirk. in Gogoleva et al. 1987 (*Bromopsis korotkiji* (Drobov) Holub, *Pulsatilla flavescens* (Zucc.) Juz.), что свидетельствует о более влажных условиях обитания.

Чаще встречались сообщества порядка Festucetalia lenensis, объединяющего сообщества луговых степей. Индикаторами пастбищных условий являются *Carex duriuscula* C.F. Mey. (увеличивает свое обилие), *Festuca lenensis* Drob. (увеличивает постоянство и обилие), *Koeleria cristata* (L.) Pers. (появляется в сообществах при пастбищном использовании). Имеет два монотипических союза: союз Festucion lenensis Mirk. in Gogoleva et al. 1987 и Pulsatillion flavescentis Mirk. in Gogoleva. et al. 1987.

Союз Pulsatillion flavescentis объединяет сообщества луговых богато-разнотравных степей, распространенных на склонах аласов восточной и западной экспозиций [8, 9]. Сообщества ассоциации Pulsatilletum flavescentis Mirk. et al. 1985 флористически гораздо беднее. Диагностический вид *Pulsatilla flavescens* встречается с небольшим проективным покрытием. Виды луговых классов практически отсутствуют. Повышается роль *Elytrigia repens* (L.) Nevski.

Сообщества союза Festucion lenensis – луговые степи, испытывающие большой зоогенный пресс. Ассоциация Carici duriusculae-Festucetum lenensis Mirk et al.1985 объединяет сообщества, формирующиеся по южным сухим склонам аласов. Доминируют *Carex duriuscula, Festuca lenensis, Artemisia commutata* Bess., *Poa transbaicalica* Roshev, количественные соотношения которых могут меняться в зависимости от интенсивности выпаса. Появилось большое число синантропных видов (*Artemisia jacutica* Drob., *Potentilla anserina* L. и др.), имеющих довольно большое постоянство и обилие, что объясняется большой пастбищной нагрузкой. Выделена субассоциация C.d.-F.l. elytrigietosum repentis – сообщества,

формирующиеся на выпасаемых незасоленных или слабозасоленных местообитаниях с двумя вариантами: Artemisia jacutica – формируются в условиях выпаса, сопровождающегося другими видами нарушения верхнего слоя почвы и typica, отражающие «затухание» нарушения и представляющие первые стадии восстановления растительности. Сообщества субассоциации C.d.-F.l. puccinellietosum tenuiflorae связаны с солончаковатыми почвами, что отражается доминированием видов-галофитов *Puccinellia tenuiflora* (Griseb.) Scriber et Merr, *Saussurea amara* (L.) DC. Внутри субассоциации выделяются 3 варианта, отражающие в основном разную степень пастбищной нагрузки.

На сильновыпасаемых пастбищах доминируют сообщества класса Polygono-Artemisietea austriacae Mirk.et al. in Ishbirdin et al.1988 [6], ранее относившиеся к классу Artemisietea jacuticae Gogoleva et al. 1987 рудеральные сообщества на незасоленных и слабозасоленных почвах [8,10].

Сообщества союза Artemisio-Caricion duriusculae Gogoleva et al. 1987 формируются на месте степных фитоценозов класса Cleistogenetea squarrosae на сухих вытаптываемых местообитаниях слабой и средней засоленности в результате перевыпаса. От сообществ класса Cleistogenetea squarrosae, сообщества союза отличаются отсутствием степных видов таких, как *Pulsatilla flavescens, Koeleria cristata, Poa transbaicalica.* Большую роль в сообществах союза занимают рудеральные виды – *Artemisia jacutica, Taraxacum ceratophorum, Elytrigia repens, Descurainia sophia*.

Ассоциация Carici duriusculae-Puccinellietum hauptianae Gogoleva et al. 1987 объединяет сообщества с доминированием *Carex duriuscula* и *Artemisia jacutica* на местообитаниях с сухими со слабо- и среднезасоленными почвами в условиях интенсивного вытаптывания. В отличие от ранее описанных фитоценозов [8, 11] в характеристическую комбинацию ассоциации вместо *Puccinellia hauptiana V.Krecz.* введен вид-викариант – *Puccinellia tenuiflora (Griseb.) Scriber et Merr,* являющийся одним из наиболее распространенных видов на аласах, а также *Saussurea amara*, характеризующая вместе с *Puccinellia tenuiflora* засоленные варианты лугов. Сообщества данной ассоциации сукцессионно связаны с субассоциацией C.d.-F.l. puccinellietosum ассоциации Carici duriusculae-Festucetum lenensis класса Cleistogenetea squarrosae и являются следующей стадией деградации растительности аласов вследствие интенсивного стравливания и вытаптывания.

Сообщества ассоциации Elytrigio repentis-Caricetum duriusculae Gavrilyeva 1998 произрастают на слабо- и незасоленных сухих вытаптываемых местообитаниях. От сообществ ассоциации Carici duriusculae – Puccinellietum hauptianae отличаются отсутствием в составе фитоценозов видов-галофитов *Puccinellia tenuiflora* и *Saussurea amara*. Ассоциация синдинамически связана с сообществами субассоциации elytrigietosum repentis ассоциации Carici duriusculae-Festucetum lenensis класса Cleistogenetea squarrosae и сменяет их при усилении вытаптывания. В отличие от сообществ варианта Artemisia jacutica здесь единично представлены *Festuca lenensis*, *Bromopsis korotkiji*, отсутствуют *Pulsatilla flavescens*, *Dianthus versicolor Fisch. Ex Link.* С большим постоянством и разнообразнее представлена группа синантропных видов.

Связь синтаксонов верхнего остепненного пояса аласов со стадиями пастбищной дигрессии, выявленная при эколого-флористической классификации, отражена в *таблице 1.*

Таблица 1

Изменение сообществ верхнего пояса по стадиям пастбищной дигрессии

Синтаксоны	Стадии пастбищной дигрессии		
	Слабый выпас	Средний выпас	Сильный выпас
Pulsatilletum flavescentis	++		
Stipetum krylovii	+		
Carici duriusculae-Festucetum lenensis puccinellietosum вар. Koeleria cristata	+	++	
C.d.-F.l. elytrigietosum typica		+	
C.d.-F.l. puccinellietosum typica		+	
C.d.-F.l. elytrigietosum Artemisia jacutica		+	++
C.d.-F.l. puccinellietosum вар. Plantago media		+	++
Elytrigio repentis-Caricetum duriusculae		+	++
Carici duriusculae-Puccinellietum hauptianae			++

+ – присутствует, ++ – доминирует.

Выводы. При интенсивном выпасе происходит смена растительных сообществ, которая отражается на уровне ассоциаций, субассоциаций и вариантов. Сообщества естественной растительности аласов сменяются сообществами антропогенного происхождения.

Характерной чертой выявленных синтаксонов является наличие в их составе синантропных видов растений (*Artemisia jacutica*, *Taraxacum ceratophorum, Elytrigia repens, Descurainia sophia* и др.).

Сравнение выделенных в ходе исследования синтаксонов растительности аласов Лено-Амгинского междуречья с ранее опубликованными синтаксонами этого региона и синтаксонами рудеральной растительности населенных пунктов Центральной Якутии показало, что сообщества естественной растительности сменяются при интенсивном выпасе сообществами антропогенного происхождения, выделенными ранее только в населенных пунктах.

Список литературы

1. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 223 с.

2. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. Grundzuge der Vegetationskunde. 3 Aufl. Wien; New York. 1964. 865 s.

3. Westhoff V., Maarel E. van der. The Braun-Blanquet approach // Classification of plant communities. The Hague. 1978. P. 287-399.

4. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности (история и современное состояние основных концепций). Уфа, 1998. 413 с.

5. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

6. Гоголева В.А., Черосов М.М., Миронова С.И., Бурцева Е.И., Слепцова Н.П., Пестряков Б.Н., Харлампьева П.И., Гаврильева Л.Д., Поисеева С.И., Ермаков Н.Б., Телятников М.Ю., Троева Е.И., Николин Е.Г., Филиппова В.А. Продромус растительных сообществ Республики Саха (Якутия). Якутск: Издат. дом СВФУ, 2017. 42 с.

7. Гоголева П.А., Черосов М.М., Миронова С.И., Бурцева Е.И., Слепцова Н.П., Пестряков Б.Н., Харлампьева П.И., Гаврильева Л.Д., Поисеева С.И., Ермаков Н.Б., Телятников М.Ю., Лащинский Н.Н., Троева Е.И., Николин Е.Г., Филиппова В.А. Продромус растительных сообществ Республики Саха (Якутия) // Итоги и перспективы геоботанических исследований в Сибири: Материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию лаборатории экологии и геоботаники ЦСБС СО РАН. Новосибирск, 2019. С. 25-26.

8. Гоголева П.А., Кононов К.Е., Миркин Б.М., Миронова С.И. Синтаксономия и симфитосоциология растительности аласов Центральной Якутии. Иркутск, 1987. 176 с.

9. Бурцева Е.И. Классификация и сезонная динамика степной растительности коренного берега реки Лены // Проблемы экологии Якутии. Вып.1. Биогеографические исследования. Якутск, 1996. С. 33-43.

10. Гаврильева Л.Д. Сообщества класса Artemisietea jacuticae Gogoleva et al. 1987 на аласах Центральной Якутии // Сибирский экологический журнал. 2011. № 3. С. 453-460.

11. Черосов М.М., Слепцова Н.П., Миронова С.И., Гоголева П.А., Пестряков Б.Н., Гаврильева Л.Д. Синтаксономия синантропной растительности Якутии. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2005. 575 с.

УДК 58.009, 93/94
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-259-266

ТРИДЦАТИЛЕТНЯЯ ИСТОРИЯ И ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ СТЕПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ ПЕТЕРБУРГСКИМИ ГЕОБОТАНИКАМИ

THE HISTORY AND RESULTS OF STUDIES OF THE STEPPE VEGETATION IN THE VORONEZH REGION BY ST. PETERSBURG GEOBOTANISTS OVER THE PAST 30 YEARS

Ганнибал Б.К.
Gannibal B.K.

Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия
Institute of Earth Sciences of St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

E-mail: b.gannibal@spbu.ru

Аннотация. Лаборатория растительности степной зоны просуществовала в Отделе геоботаники Ботанического института им. В.Л. Комарова (Санкт-Петербург) почти 25 лет. О ее предыстории, а также собственной истории, начиная с 1993 г., о научных направлениях и некоторых результатах работы ее сотрудников в Центрально-Черноземном регионе, преимущественно в пределах Воронежской области, рассказывает продолжающий геоботанические исследования на этой территории ее представитель. Приводятся факты, объясняющие логику формирования тематического направления работы лаборатории и выбора объектов, где можно было небольшими силами в условиях стационара за короткое время достичь определенного результата и проводить мониторинговые исследования – это «Каменная степь» НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева (Таловский район), «Хреновская степь» (Бобровский район) и музей-заповедник «Дивногорье» (Лискинский район), а также «Ямская степь» в Белгородской области. Анализируется характер развития этого научного подразделения на фоне снижения внимания государства к науке в целом и интереса к фундаментальным исследованиям, в частности. Негативным моментом закрытия лаборатории является потеря одной из самых известных в свое время геоботанических школ, сформировавшихся в Петербурге-Ленинграде – аридной, восстанавливать которую предлагается в Воронеже. Приводится список наиболее перспективных тем для изучения степной растительности европейской части России, значимых в научном и практическом отношении.

Ключевые слова: степи, геоботаника, история ботаники, Центральное Черноземье, Ботанический институт РАН.

Abstract. The laboratory of vegetation of the steppe zone existed in the Department of Geobotany of the Komarov Botanical Institute (St. Petersburg) for almost 25 years. One of the former employees of the laboratory tells about its history, since 1993, about scientific directions and some of the results of the work of its employees in the Central Chernozem region, mainly within the Voronezh oblast. The facts explaining the logic of the formation of the thematic direction of the laboratory and the choice of facilities, where monitoring studies can be carried out, are presented. These are the territories of the Kamennaya Steppe (Dokuchaev Research Institute, Talovsky district), the Khrenovskaya Steppe (Bobrovsky district), the Divnogorye Museum-Reserve (Liskinsky district), etc. The character of the development of this scientific unit is analyzed against the background of a decrease in state attention to science in general and interest in fundamental research in particular. The negative aspect of the closure of the laboratory is the loss of one of the most famous geobotanical science schools, formed in St. Petersburg-Leningrad – arid school, which is proposed to be restored in Voronezh. The list of the most promising topics for studying the steppe vegetation of the European part of Russia, which are significant in scientific and practical terms, is given.

Key words: steppes, geobotanical science, history of botany, Central Chernozem region, Komarov Botanical Institute.

Вместо введения: предыстория обращения к Русским степям. Нынешнее пространство, занимаемой Воронежской областью, в представлении большинства российских граждан, олицетворяют степные просторы с бескрайними полями пшеницы, подсолнечника, кукурузы и, конечно, черноземные почвы. Именно такой образ и был закреплен в 1928 г. при проведении административной реформы, заменившей название Воронежской губернии на Центрально Черноземную область. Эта огромная территория почти в 200 тыс. км^2 представляла некое природное, да и хозяйственное единство. И эта житница страны, интересная в природном

отношении, изучается геоботаниками уже на протяжении почти двух столетий. Мы же будем говорить об исследовании ее растительного покрова, ограничившись размерами современной Воронежской области, вчетверо меньшей ЦЧО, временем последних примерно 30 постперестроечных лет, когда стране пришлось в очередной раз многое начинать сызнова, иногда практически с чистого листа, и намерены говорить лишь о вкладе в это изучение специалистов, принадлежащих исключительно к категории ленинградских и петербургских геоботаников, а еще точнее – к сотрудникам лишь одной лаборатории Ботанического института РАН.

В сентябре 2022 года в Ботаническом институте им. В.Л. Комарова отмечали столетие Отдела геоботаники. В составе этого научного подразделения еще в 1960 г., на подъеме российской геоботаники в количественном и качественном отношении, была создана Лаборатория растительности аридной зоны, число сотрудников которой в лучшие годы достигало 20 человек, иногда и более. Сначала ею руководил А.А. Юнатов, с 1964 г. – Л.Е. Родин, а с 1984 по 1991 г. – Р.В. Камелин. Всех этих выдающихся и очень разных ученых объединял интерес к регионам Средней и Центральной Азии, за именем каждого стоит огромный организационный и интеллектуальный багаж, опыт и знания о степях и пустынях Монголии, Туркмении, аридных горах Памира и Тянь-Шаня. При этом для исследований гораздо более доступных, но давно потерявших свою девственность субаридных степных территорий, в лаборатории места тогда не нашлось. Надо сказать, что и ранее, в 30-е годы, когда активное экспедиционное изучение засушливых земель страны целиком было подчинено заданиям Наркомзема, целям создания там системы орошения, все программы геоботанических исследований общесоюзного масштаба того времени относились прежде всего к районам Нижнего Поволжья, Прикаспийской низменности, Общего Сырта, Северного Кавказа и Предгорий Дагестана. Позднее значительные силы ученых-аридников переключились на Центральный Казахстан. Самый большой в стране и мире коллектив геоботаников так и не нашел ни сил и даже просто внимания для исторически и хозяйственно важных для страны Русских степей. Их изучение было оставлено на волю и энергию местных специалистов, где-то отдано на откуп региональным администраторам и хозяйственникам, при слабой надежде на интерес университетских ученых.

Сразу отметим, что Воронежская земля не только велика размерами (заметно больше Швейцарии и почти равна по площади Хорватии), но и прославлена своими ботаниками и собственной школой географов и ландшафтоведов. А единственный оттуда родом ленинградский геоботаник Николай Федорович Комаров, заведовавший до войны Музеем Ботанического института АН СССР и погибший в 1942 г. при эвакуации из окруженного города, свою докторскую диссертацию посвятил именно степным проблемам Центрально-Черноземного региона. Называлась она, как и вышедшая посмертно книга – «Этапы и факторы эволюции растительного покрова черноземных степей» [1]. В ней были и анализ разноречивых мнений о происхождении и безлесии степей, рассматривались вопросы взаимоотношения леса и степи, обсуждались проблемы создания полезащитных лесополос. До войны вышла и его статья о геоботаническом районировании Воронежской области [2]. Еще раньше, а именно в 1931 г. известный геоботаник Б.А. Келлер, уже будучи академиком и директором Ботанического института (а до того профессором ВСХИ и ВГУ), стал редактором сборника «Степи Центрально-Черноземной области». Сотрудник Отдела геоботаники БИН А.П. Ильинский с коллегами в 1937 г., в составе Лесостепной экспедиции, исследовали Савальскую лесную дачу (Терновский район Воронежской области), решая, среди прочих, вопросы взаимоотношения степи и леса, проблемы степного лесоразведения [3]. После войны темы растительности Воронежского Придонья коснулась одна из наиболее авторитетных геоботаников БИН, В.Д. Александрова [4], охарактеризовав этапность изучения этой территории и кратко описав свой маршрут 1949 г. от Воронежа до Ростова-на-Дону.

Возвращение к степной тематике в Отделе геоботаники БИН РАН в самом конце 20 века оказалось связано, однако, не с какой-то внутренней логикой развития науки и не с появившимися запросами общества или государства. Истиной причиной стал развал страны, который привел к отделению больших по площади аридных территорий и невозможностью продолжать там научные изыскания, а лабораторию – к резкой смене тематики исследований. Сначала, уже в 1991 г., пришлось свернуть все научные проекты на территории ставших вдруг бывшими республик Средней Азии. Стационар в Кондаре (Таджикистан) был закрыт, прекратились и горные экспедиции. В результате, Р.В. Камелин в 1992 г. возглавил отдел «Гербарий высших растений», и в тот же год решением дирекции Института подразделение

получило новое название – Лаборатория растительности степной зоны, заведующей которой была назначена Н.И. Бобровская, ботанико-географ по образованию и эколог (физиолог) растений по специализации. Сужение аридной тематики до степной зоны оставляло еще широкий простор для постановки больших научных задач как на востоке, так и на западе страны, однако восточными районами в разной степени занялись, и по праву, коллеги Екатеринбурга, Оренбурга, Новосибирска, Томска и Бурятии, а оставшиеся территории европейской части для геоботаников БИН оказались в значительной степени *terra-incognita*. Беда, как обычно, не приходит одна, и к чисто научным проблемам продолжали добавляться организационные. Сокращение штатов и естественное перетекание кадров в другие сферы деятельности, отсутствие финансирования практически по всем статьям, и в первую очередь на экспедиционные работы, стали привычным явлением. Появившаяся система грантов была новой и непривычной, к тому же слабо обеспеченной денежной поддержкой. Изменения коснулись и критериев оценки деятельности самих сотрудников.

Краткая история степной лаборатории в Петербурге. Сменив вывеску, лаборатория стала искать новые места приложения своих сил и научных интересов в условиях крайне ограниченных возможностей. Сам Институт, бывший только что главным ботаническим учреждением страны, быстро утрачивал свои лидирующие позиции и координирующие функции. Потерявшая объекты своих геоботанических исследований на востоке, Лаборатория обратила свой взор на заповедные территории, на которых еще сохранилась собственно степная растительность, а также на научные институты соответствующего профиля в южных областях Европейской части страны, хотя половина сотрудников еще продолжала работу на стационарах в Монгольской народной республике. На научных конференциях надо было теперь не только показывать себя и просто знакомиться, но и активно искать коллег из регионов с предложением совместных и проводимых на их базе исследованиях. Так, путем проб и ошибок, налаживались связи и были начаты работы в Саратовской, Ростовской, Волгоградской и Воронежской областях, позднее в Белгородской. Об успешности реализации проектов в последующие два десятка лет говорить трудно, и причин тому достаточно. В 2005 г. в лаборатории числилось 8 человек (6,15 штатных единиц), в 2010 уже только 7 (4,85 ед.). Молодые сотрудники не появлялись в результате общего смещения интересов и ценностей (наука перестала быть привлекательной), остальные старели, гранты становилось получать все труднее. В 2016 году лаборатория, как малоэффективная и не имеющая перспективы, была расформирована, ее судьбу безвинно разделила и Лаборатория растительности лесной зоны, а из них обеих, с определенными сокращениями сотрудников, была создана новая, с уже бывавшим когда-то названием – лаборатория Общей геоботаники [5]. Более чем 50-летняя история структурно и тематически организованных аридных исследований в Ботаническом институте РАН закончилась, хотя в составе новой лаборатории еще есть трое сотрудников, связанных со степной тематикой и отвечающими ей территориями. При этом сохраняются и даже развиваются работы по изучению степей и пустынь в некоторых региональных научных центрах сраны.

Мы же продолжим рассказывать о работах петербургских геоботаников в степях Воронежской области, которые были так или иначе начаты уже в 1993 г. Первый отчет о работе сотрудников лаборатории за 1992-1995 г., напечатанный еще на пишущей машинке и на желтоватой бумаге, выглядит сейчас каким-то приветом из далекого прошлого и отсветом ушедшей эпохи. За три года 12 человек по обозначенной в БИНе теме № 23 «Оценка современного состояния степных экосистем России в связи с антропогенным воздействием (состав, структура, динамика, функционирование)» сумели только проанализировать существующие геоботанические карты двух областей из намеченных шести на предмет присутствия там степей вообще. Комиссия, принимавшая Отчет, сделала вывод о том, что «инвентаризацию сохранившихся степных участков и оценку их состояния следует продолжить в тех областях европейской части России, где существует степная растительность» [6]. В последующие годы первичный поиск таких участков по литературным и архивным данным, специальным картам стал главной задачей Лаборатории. По сравнению с азиатской частью страны, эти участки надо было непривычно искать, рассматривая карты почти буквально «под микроскопом». Уже в этот период удалось вписаться в темы, финансируемые Фондом фундаментальных исследований, фондами «Экологическая безопасность России» и «Биоразнообразие». Это позволяло осуществлять небольшие выезды на места и смотреть «вживую» на эти самые степные фрагменты, чего не позволяла делать работа по основной теме лаборатории. Так, уже в 1994 г. трое сотрудников (Ганнибал Б.К., Ловелиус Н.В. и

Паршутина Л.П.) знакомились в Таловском районе Воронежской области с картой землепользования участка «Каменная степь», просмотрели 30 отчетов (начиная с 1946 г.) отдела Агролесомелиорации НИИ сельского хозяйства ЦЧП им. В.В. Докучаева, начали сбор климатической информации. Степные участки оказались крайне мелкими, но представляли собой интерес как экспериментальные площадки, многие из которых были заложены еще 100 лет назад. Таким образом, нам удалось проникнуть в самый центр русской научной мысли о природе и судьбе черноземных степей конца 19 – начала 20 века. В 1996 г. там был создан памятник природы «Каменная степь». В том же году в Лаборатории появилась тема «Естественная и антропогенная динамика степной растительности европейской части России (Воронежская и Астраханская области)» с идеей сравнить в сукцессионном отношении крайне южные и крайне северные области в пределах степной зоны. В план посещения были включены Таловский и Бутурлиновский районы Воронежской области. В 1997 г. экспедиционные исследования проводились уже в 6 районах области, включая Каменную и Хреновскую степи, где, в частности, брались и анализировались керны древесных пород с целью определить тренды изменения температур и осадков за последние 40-100 лет. Определенно намечалась работа по оценке влияния глобальных климатических сдвигов на фитоценотические границы. На участках Каменной степи разного типа использования и различных режимов заповедания продолжались определения продуктивности растительных сообществ, на Хреновском изучалась роль крупных копытных животных (в двух вариантах пастбищной нагрузки) на формирование растительного покрова. К этому времени понимание основных и перспективных задач работы в регионе уже сложилось, однако концентрации сил на их решение было явно недостаточно, т.к. у каждого сотрудника были долги по прошлой или «параллельной» деятельности. Так, например, Н.В. Ловелиус принимал участи в экспедициях на Таймыре и дописывал свою монографию о дендроиндикации природных процессов, Н.И. Бобровская продолжала большую работу по анализу данных, полученных в Советско-Монгольской экспедиции, а Т.И. Казанцева даже участвовала там в полевых работах и писала главы своей докторской диссертации, Л.П. Паршутина периодически возвращалась к своим сибирским материалам, Б.К. Ганнибал преподавал на кафедре биогеографии и охраны природы СПбГУ и проводил летом полевую практику студентов. В итоге практически все опубликованные сотрудниками лаборатории статьи касались других проблем и иных регионов. К проходившему в Оренбурге в мае 1997 г. первому симпозиуму «Степи Северной Евразии» Н.И. Бобровская все-таки сумела подготовить небольшое информационное сообщение «О работе Лаборатории растительности степной зоны БИН РАН по инвентаризации и изучению динамики степной растительности европейской части России», хотя другой ее доклад там же касался монгольским работам. В том же году Б.К. Ганнибал подавал заявку на грант для проведения индивидуальных исследований в Фонд Джона Д. и Катрин Т. Макартуров (Программа для Независимых государств бывшего Советского союза) по теме «Песчаные степи бассейна реки Дон: современное состояние, биоразнообразие, сохранение» и получил отказ. Исследование степей Воронежской области предполагалось и в более общем проекте 1998 г., поданном от Института: «Оценка состояния и инвентаризация биологического разнообразия животного и растительного мира на территории России» подпрограммы «Биологическое разнообразие», в котором готовы были участвовать сотрудники нескольких лабораторий геоботанического направления. Но и эта заявка не прошла. Была предпринята попытка распространить исследования по гранту РФФИ «Степные кустарники и кустарниковые степи Европейской России» (руководитель Р.В. Камелин) на территорию Центрального Черноземья, но пришлось ограничиться Саратовским Заволжьем.

Однако продолжалась работа по основной заявленной тематике – изучению динамики степной растительности, при этом проводились описания степей в Таловском, Бобровском, Богучарском и Лискинском районах. Для Хреновской степи (б. конезавод графа Орлова) было отмечено отсутствие сообществ с участием ковыля *Stipa pennata*, широко представленных здесь еще в довоенный период, а также снижение их флористической насыщенности [7, 8]. На участках «Каменной степи» удалось включиться в продолжающийся с 1912 г. эксперимент по изучению влияния лесных полос на степную растительность. В отчете по этой теме в 2000 г. отмечалось, что на одних и тех же участках луговых степей за 50 лет произошла заметная мезофитизация травяного покрова в связи, одновременно, с подъемом грунтовых вод и увеличением количества осадков на 10%. Постепенно появлялись статьи по характеру изменений и восстановлению луговых степей в зоне контакта с лесополосами [9, 10].

Практически одновременно в 1998 и 1999 г. начались работы в рамках проектов Федеральной целевой программы «Интеграция» (связь НИИ-ВУЗ) «Разработка научной базы создания экологических коридоров в разных природных зонах Европейской части России» и Глобального экологического фонда «Разработка методики создания экологических коридоров как структурных элементов экологической сети в типичной лесостепи» (руководитель Б.К. Ганнибал). Первый из них структурно был связан с кафедрой Биогеографии и охраны природы СПбГУ, второй – с аридной лабораторией БИН РАН. В обоих случаях базовыми территориями для исследований служили районы Воронежской области – Лискинский, Острогожский и Каменский с логистическим центром в музее-заповеднике «Дивногорье». Работы по программе «Интеграция» включали, кроме прочего, апробацию трансзонального маршрута полевой учебной практики студентов-биогеографов СПбГУ: Карельский перешеек – Воронежская область – Предгорья Кавказа. Студентами, включенными в проект, был заложен модельный геоботанический трансект на плакорной части Дивногорья, на котором все 3 года проводился мониторинг разных параметров растительности, периодически продолжающийся до сего времени. Тогда же начался многолетний цикл исследований восстановительной динамики степей на ранее и длительно использовавшихся (распашка, выпас), а ныне заповеданных участках (аспирантская работа Л.А. Сайченковой). Результатам этих работ, проводимых с тех пор на территории музея-заповедника, посвящено большинство публикаций геоботанического характера, приведенных в сводке Б.К. Ганнибала [11].

В команду исследователей по программе ГЭФ входили воронежские ученые – В.А. Агафонов (доцент, ныне профессор и заведующий Кафедрой ботаники ВГУ) и М.В. Чернобылова (сотрудник ГМЗ «Дивногорье»). В процессе работы удалось идентифицировать и вновь описать многие числящиеся в соответствующих списках, но не обозначенные на местности охраняемые территории разного ранга, о существовании которых часто не знали ни местные жители, ни власти. Но именно эти участки должны были стать «ядрами» будущих экологических сетей. Начиная с 1999 г., участники проекта выступали на конференциях разного уровня и публиковали свои материалы, к сожалению, в сокращенном виде, а сам Отчет за 3 года работы [12] так и остался в виде рукописи (до наступления эпохи персональных компьютеров еще оставалось несколько лет). Первыми в ряду выступлений по этой теме были доклады Б.К. Ганнибала «Экологические коридоры как элементы экосети в зоне лесостепи» и М.В. Чернобыловой «Сохранение уникально природного наследия «Дивногорья»» на Всероссийской конференции «Геоботаника XXI века» в Воронеже в сентябре 1999 г. Последней по времени стали тезисы доклада Б.К. Ганнибала «Концепция экологических сетей и опыт ее применения в Европейской лесостепи», опубликованные в Смоленске в 2014 г. [13, 11].

С 2001 г. в плановой теме Лаборатории растительности степной зоны произошли изменения, территориальным приоритетом стали степи Поволжья, но работы в Воронежской области продолжались, уже на договорной основе, в одном случае с НИИСХ им. В.В. Докучаева, в другом – с музеем-заповедником «Дивногорье». В 2002 г. двое сотрудников Отдела геоботаники (Б.К. Ганнибал и Н.М. Калибернова) с 5-ю студентами Кафедры биогеографии приступили к исследованиям в «Ямской степи» (Белгородская область)», в непосредственной близости от границ Воронежской области. Была поставлена задача провести геоботаническую съемку заповедника по квадратам, отмеченным на карте 1977 г. сделанной известным геоботаником Ю.Н. Нешатаевым, также со студентами, только еще кафедры геоботаники ЛГУ [14]. Хотя рассмотрение результатов работ по этой части Центрального Черноземья формально не входит в наш обзор в рамках Воронежской области, тем не менее мы считаем правильным о них упомянуть и отослать читателя к публикациям, некоторые из которых посвящены проблемам сохранения степей в условиях абсолютного заповедания [15], другие – особому типу растительности в лесостепной зоне – редколесьям [16]. На том же материале позднее была предпринята попытка различать и объяснить фитценотические позиции двух доминирующих видов ковылей [17].

Вплоть до 2014 г. сотрудники продолжали заниматься исследованиями по теме Лаборатории «Ценотическое разнообразие и динамика растительности восточно-европейских луговых степей», а также по теме гранта РФФИ «Трансформация растительного покрова луговых степей под влиянием естественных и антропогенных факторов». Определенное их наложение и сходство позволяло маневрировать в условиях очень ограниченных финансовых ресурсов и возможностей выезда в поле. На территории «Каменной степи» продолжался (Н.И. Бобровская и Т.И. Казанцева) ежегодный мониторинг состояния залежных участков разного возраста,

включая 100-летние [18, 19]. Тем же эти сотрудники собирались продолжать занимать и в будущем. Л.П. Паршутина отслеживала изменения растительного покрова степных балок [20], важнейшего элемента рельефа лесостепной зоны, планировала создать окончательный вариант картосхемы естественной степной растительности «Каменной степи» уже в 2015 г., но в целом уже почти полностью в это время сосредоточилась на своих исследованиях в Волгоградской области. Б.К. Ганнибал оставался «полуставочником», основную работу проводя на Кафедре биогеографии и охраны природы в Университете, что не позволяло ему реально конкурировать с коллегами за небольшие финансовые средства, выделяемые на полевые исследования в БИНе. В какой-то степени естественное угасание активности Лаборатории растительности степной зоны становилось очевидным. Уже в начале 2016 г. заведующая заполнила по просьбе дирекции Анкету для оценки эффективности работы Лаборатории, читая сейчас которую не приходится сомневаться в обоснованности решения ее закрыть. Последняя статья Н.И. Бобровской по работам в «Каменной степи» последних лет была уже написана позднее и была опубликована в Ботаническом журнале в 2018 г. [21]. Определенные итоги работы в музее-заповеднике «Дивногорье» подведены в статье 2021 г. «Исследования петербургских геоботаников в Дивногорье: история и результаты» [11].

К конструктивным выводам из истории. В заключении изложения этой истории, немного печальной, но вполне отражающей свое время и суровые его реальности, частично объясняющей причины исчезновения целого направления исследований в центральном ботаническом институте страны, стоит назвать тематические блоки исследований, которые сотрудники лаборатории намеревались продолжать, повторить то, чего хотелось, но не «смоглось» прошлым поколениям и чем бы стоило заниматься новым исследователям степной растительности.

С точки зрения автора-геоботаника, очевиден современный интерес к сменам показателей растительности и границ ботанико-географических рубежей в контексте изменений глобального и регионального климата. Для этого необходимы как масштабные, транзитные маршрутные исследования, так и подробные мониторинговые наблюдения за параметрами фитоценозов и средообразующих факторов на постоянных площадках и экологических профилях, в условиях стационаров, система которых должна быть где-то восстановлена, а где-то создана заново. И более всего это касается территорий, где естественность природы нарушена в наибольшей степени.

Важной темой для исследователя степной и лесостепной зон в условиях высочайшей степени распаханности территории остается изучение в разных отношениях эрозионной системы. Ныне овраги и балки – это не только важный элемент нарушенного ландшафта и показатель его деградации, но и средоточие биоразнообразия, место сохранения не только редких видов растений, но и самых обычных представителей степной биоты, существовавших еще в недалеком прошлом. Это наш ресурс восстановления природных степных сообществ на больших открытых пространствах.

Необходимо вернуться к идеям экологических сетей, нетривиальность создания которых в открытых и нарушенных ландшафтах очевидна. Сама задача интересна для ученых, но может послужить и базовой концепцией для крупных экологических и хозяйственных проектов и тем самым привлечь многих и самых разных специалистов.

Старый вопрос об отношениях травяной (степной) и древесной составляющих в лесостепи как был поставлен почти два столетия назад, так нас и не отпускает. У него есть сугубо научный аспект, и, конечно, чисто практический. И связан он с лесопосадками в степи. Где проводить, каким образом, состав посадок, их структура – все эти вопросы к создателям самих лесополос и их систем разного масштаба. Глядя на опыт современного Китая, у многих разгораются фантазии и вспоминается советский план преобразования природы 40-х годов прошлого века. Значительная часть полезащитных полос, созданных тогда по государственному плану, либо уничтожена, либо сильно разрушена и перестала выполнять свои функции. Предстоит большая работа по их восстановлению на новых научных основаниях. Лесополосы, как и балки, нередко являются хранителем степной биоты. С началом военных действий в зоне степи, обнаружилось еще одно их важное защитное свойство. Осенью 2023 г. в Ростове-на-Дону состоялась так называемая «Докучаевская конференция», посвященная вопросам восстановления природы Донбасса и Новороссии, среди выступлений на которой был и доклад автора статьи «Проблемы восстановления системы защитных лесополос в степной зоне»,

обозначивший как насущную необходимость такой работы, так и требования по ее организации уже в настоящее время.

Нельзя оставлять вниманием и многоплановые ситуации восстановления степной растительности на залежах. Хотя после «лихих 90-х» обширные площади земель уже приобрели постоянных хозяев и используются по соответствующему назначению, вероятность новых, вплоть до катастрофических, нарушений локального масштаба довольно велика, и знание вариантов сукцессионного развития растительности на разных местоположениях и начиная с любой временной стадии дигрессии будет просто необходимо. При этом на заповедных территориях степной зоны окончательно не решены вопросы выбора режимов пастбищной нагрузки и сенокошения для достижения целей формирования и сохранения растительного покрова, близкого к исходно природному.

Все названные проблемы являются актуальными, интересными и требующими слаженной работы организованных коллективов ученых. Реальной помощи в исследованиях обширных и хозяйственно значимых территорий Центрального Черноземья от петербургских геоботаников, ждать, к сожалению, уже не приходится. Давно пора на самом высоком уровне решать вопрос о возрождении школы геоботаников в этом регионе вообще и о подготовке специалистов степеведов, в частности, и делать это надо на базе научных и образовательных институтов славного города Воронежа.

Список литературы

1. Комаров Н.Ф. Этапы и факторы эволюции растительного покрова черноземных степей. Зап. ВГО. Нов. сер. Вып. 13. М.: Географгиз, 1951. 328 с.

2. Комаров Н.Ф. Геоботанические районы Воронежской и Курской областей. Геоботаника. Вып. 4. 1940. С. 47-80.

3. Труды лесостепной экспедиции. Вып. 1. Сборник работ экспедиции за 1937 год (ред. А.П. Ильинский). Л., 1941. 84 с.

4. Александрова В.Д. Краткий очерк растительности вдоль Дона от Воронежа до Ростова-на-Дону // Тр. БИН АН СССР. Сер. III (Геоботаника). Вып. 9. 1954. С. 545-577.

5. Волкова Е.А., Ганнибал Б.К. Степная и пустынная растительность // История Отдела геоботаники БИН РАН: к 100-летию со дня образования. СПб., 2022. С. 50-59.

6. Акт о приеме научно-исследовательской темы «Оценка современного состояния степных экосистем европейской части России» (1993-1995). Рукопись. Архив Лаборатории растительности степной зоны БИН РАН.

7. Ганнибал Б.К. Об одном эталоне Среднерусской лесостепи (Хреновская степь) // Современные проблемы ботанической географии, картографии, геоботаники, экологии. СПб. 2000. С. 138-140.

8. Ганнибал Б.К. История «заказной степи» Хреновского конезавода // Степной бюллетень, № 9. 2001. С. 9-13.

9. Бобровская Н.И., Казанцева Т.И., Пащенко А.И., Тищенко В.В. Восстановление растительности луговых степей Центрально-Черноземной полосы // Аридные экосистемы. 2000. Т. 6. № 11-12. С. 40-48.

10. Бобровская Н.И., Казанцева Т.И., Пащенко А.И., Тищенко В.В. Трансформация степной растительности в зоне контакта с лесными насаждениями (Каменная степь, Воронежская область) // Бот. журн. 2002. Т.87. № 12. С. 87-96.

11. Ганнибал Б.К. Исследования петербургских геоботаников в Дивногорье: история и результаты // Дивногорский сборник: труды музея-заповедника «Дивногорье» (ред. С.И. Владимиров). Вып. 8. Воронеж: Пресс-Бургер. 2021. С. 20-31.

12. Разработка методики создания экологических коридоров как структурных элементов экологической сети в типичной лесостепи // Отчет по гранту ГЭФ. Проект «Сохранение биоразнообразия РФ», 2001. 21 с. и 18 приложений. Авторский коллектив: Ганнибал Б.К., Агафонов В.А., Чернобылова М.В. Рукопись. Архив Б.К. Ганнибала.

13. Ганнибал Б.К. Концепция экологических сетей и опыт ее применения в Европейской лесостепи // IV Междунар. науч. чтения памяти Н.М. Пржевальского. Смоленск, 2014. С. 75-81.

14. Ганнибал Б.К., Калибернова Н.М. Повторная инвентаризация растительного покрова «Ямской степи» (заповедник «Белогорье) через 25 лет: первые итоги // Степи Северной Евразии (эталонные степные ландшафты: проблемы охраны, экологической реставрации и использования): Материалы 3-го симпозиума. Оренбург, 2003. С. 139-142.

15. Ганнибал Б.К., Сайченкова Л.А. Современное состояние растительности некосимых участков «Ямской степи» (Белгородская область): к проблеме абсолютного заповедания // Степи Северной Евразии (эталонные степные ландшафты: проблемы охраны, экологической реставрации и использования): Материалы 3-го симпозиума. Оренбург, 2003. С. 142-145.

16. Ганнибал Б.К., Недвига В. Фитоценотические параметры степных редколесий (на примере Ямской степи) // Актуальные проблемы геоботаники: матриеалы III Всерос. школы-конф. Петрозаводск, 2007. С. 133-137.

17. Ганнибал Б.К. Относительные эколого-фитоценотические позиции ковылей *Stipa pennata* L. и *Stipa tirsa* Stev. в сообществах Ямской степи (Белгородская область) // Растительность России. 2011. № 19. С. 29-54.

18. Бобровская Н.И., Казанцева Т.И., Пащенко А.И., Тищенко В.В. Динамика растительности 100-летней степной залежи (Каменная степь, Воронежская область) // Бот. журн. 2008. Т. 93. № 4. С. 620-633.

19. Казанцева Т.И., Бобровская Н.И., Тищенко В.В. Особенности восстановления залежной растительности луговых степей Центрального Черноземья (Воронежская область) // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16. № 2 (42). С. 76-86.

20. Паршутина Л.П. Современная степная растительность балок «Каменной степи» (Воронежская область) // Бот. журн. 2012. Т. 97. № 1. С. 73-86.

21. Бобровская Н.И., Казанцева Т.И., Пащенко А.И., Тищенко В.В. Растительность луговых степей Центрального Черноземья (Каменная степь) и ее динамика // Бот. журн. 2018. Т. 103. № 3. С. 382-395. DOI: 10.1134/S0006813618030079.

УДК 556.535.8
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-267-269

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ИСТОЧНИКАХ ДИФФУЗНЫХ СТОКОВ ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ Р. СЕЛЕНГИ (В ПРЕДЕЛАХ РФ)

DETERMINATION OF POLLUTANTS IN SOURCES OF DIFFUSE RUNOFF IN THE SELENGA RIVER CATCHMENT AREA (WITHIN THE RUSSIAN FEDERATION)

Гармаев Е.Ж., Ульзетуева И.Д., Ширапова Г.С.
Garmaev E.Zh., Ulzetueva I.D., Shirapova G.S.

Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия
Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

E-mail: idulz@mail.ru

Аннотация. Большое негативное влияние на качество воды водных объектов оказывает диффузный (рассредоточенный) сток с водосборных территорий. В результате ливневых дождей формируются диффузные стоки с большим количеством загрязняющих веществ. По данным проведенных исследований был определен химический состав вод диффузных стоков, поступающих в водосборный бассейн р. Селенги с территорий крупных промышленных центров на примере г. Улан-Удэ и г. Закаменск. Было установлено, что увеличение концентраций загрязняющих веществ наблюдалось после подъема уровня воды в августе 2023 г. в результате выпадения значительного количества атмосферных осадков над большинством водных объектов водосборного бассейна р. Селенги и не зависело от уровня антропогенного воздействия. Основными факторами, влияющими на уровень загрязнения воды нефтепродуктами, тяжелыми металлами, биогенными веществами, стойкими органическими загрязнителями в последние годы являются как антропогенный, так и природный. Выявлено, что вынос загрязняющих веществ в реки происходит как с поверхностным стоком, так и с подземным (грунтовым). На формирование химического состава вод р. Модонкуль большое влияние оказывают подземные шахтные воды Джидинского вольфрамово-молибденового комбината.

Ключевые слова: Загрязняющие вещества, диффузные стоки, водосборная территория р. Селенга.

Abstract. Diffuse (dispersed) runoff from catchment areas has a great negative impact on the water quality of water bodies. As a result of heavy rainfall, diffuse runoffs with a large amount of pollutants are formed. The chemical composition of diffuse runoff water entering the Selenga River watershed from the territories of large industrial centers, using Ulan-Ude and Zakamensk as examples. It was found that the increase in concentrations of pollutants was observed after the rise in water level in August 2023 as a result of significant precipitation in most water bodies of the Selenga River catchment area and did not depend on the level of anthropogenic impact. The main factors affecting the level of water pollution by oil products, heavy metals, nutrients, persistent organic pollutants in recent years are both anthropogenic and natural. It is revealed that the removal of pollutants into the rivers occurs both with surface runoff and underground (groundwater). The formation of the chemical composition of waters of the Modonkul River is greatly influenced by underground mine waters of the Dzhida tungsten-molybdenum combine.

Key words: Pollutants, diffuse flow, Selenga River catchment area.

Введение. Значительной проблемой оз. Байкал и его водосборного бассейна является снижение качества поверхностных вод, обусловленное как природными, так и антропогенными факторами. Река Селенга является основным притоком оз. Байкал, водосборная площадь ее бассейна составляет 447060 км^2. Природный состав вод бассейна р. Селенга сначала формируется в горных ландшафтах Монголии, затем в степных и лесостепных зонах России и зависит от климатических, гидрологических, почвенных условий, биологических процессов и т.д. [1].

Большое влияние на качество поверхностных вод оказывает антропогенная составляющая, связанная с хозяйственной деятельностью на водосборной территории. Водные объекты бассейна реки Селенги играют важную роль в обеспечении водой для различных отраслей экономики, сельского хозяйства, промышленности и бытовых нужд населения. Основные водопотребители – предприятия энергетики, промышленные организации и предприятия жилищно-коммунального хозяйства, являющиеся источниками сточных вод разной степени очистки. Хозяйственная деятельность, связанная с видовым изменением растительности в результате вырубки лесов, перехода целинных земель под пашню, застройкой территории, обводнением, осушением, изменением глубины залегания подземных вод в связи с их отбором

на хозяйственные нужды приводит к загрязнению и другим негативным последствиям посредством диффузного загрязнения. Одной из основных причин, приводящих к загрязнению водных объектов, является активное освоение территорий в водоохранных зонах и их прибрежных защитных полосах. Диффузные источники могут оказывать существенное воздействие, а в некоторых случаях и определяющее влияние на качество воды в поверхностных и подземных водных источниках [2]. Например, источником загрязнения водных объектов нефтепродуктами и взвешенными веществами является также водный транспорт, в особенности маломерный флот. Серьезную проблему представляют собой несанкционированные свалки мусора и отходов, которые не оборудованы системами дренажа и другими средствами защиты. В результате добычи и переработки полезных ископаемых значительные площади водосборных территорий засыпаются отвалами различных техногенных образований. К неконтролируемым источникам диффузного загрязнения в Закаменском промышленном узле относятся отвалы и шахтные воды Джидинского вольфрамово-молибденового комбината, стоки с которого без очистки попадают в р. Модонкуль [3].

Результаты и их обсуждение. В настоящей работе в результате гидрохимических исследований были определены загрязняющие вещества в составе диффузных стоков в водные объекты бассейна р. Селенги. Отборы проб проводились в летнее время в период ливневых дождей на территории двух промышленных центров (Улан-Удэнский и Закаменский). Было отобрано более 60 проб, включающих поверхностные, подземные, диффузные стоки.

В составе диффузных стоков, поступающих с ливневыми дождями, отобранных на урбанизированных территориях в пределах Улан-Удэнского и Закаменского промышленного центра, основные загрязняющие вещества представлены нефтепродуктами, тяжелыми металлами, биогенными веществами. В пробах вод были определены также стойкие органические загрязнители. Максимальное количество нефтепродуктов наблюдалось в первых пробах стоков, поступающих с потоками дождя и минующих ливневые канализации, с территорий автодорог и их обочин.

Проведен анализ диффузных стоков на содержание микроэлементов, высокие концентрации которых приводят к снижению продуктивности водных экосистем и к потенциальной опасности для человека. Микроэлементы, такие как марганец, никель, кобальт, медь, цинк, кадмий, хром, железо и мышьяк, токсичные для водной биоты даже при низких концентрациях, могут накапливаться и активно участвовать в биологических процессах живых организмов. Свинец, мышьяк, кадмий, никель и медь также считаются особо токсичными и канцерогенными для человека, что приводит к негативным последствиям и развитию новообразований.

Особое внимание было направлено на поступление загрязняющих веществ с неконтролируемыми стоками, поступающих в р. Модонкуль, в Закаменском промышленном центре. В период отбора проб шахтные воды имели слабокислую реакцию (pH 2,82), высокое значение минерализации (1,76 ПДК) и повышенные концентрации сульфат-анионов (6,1 ПДК). Физико-химические параметры р. Модонкуль до и после впадения шахтных вод изменяются, минерализация воды в реке увеличивается в 2 раза, происходит снижение pH с 7,1 до 6,3. Ниже по течению реки в результате поступления атмосферных осадков и диффузных стоков с загрязненных значения pH и минерализации вод незначительно колеблются, при этом, ожидаемого уменьшения данных параметров не происходило из-за многочисленных выходов минерализованных подземных вод, обнаруженных вдоль реки.

Высокие значения концентрации свинца, кадмия, никеля, кобальта отмечались только в шахтных водах. В водах р. Модонкуль после впадения шахтных вод содержание этих микроэлементов снижается и не превышает значений ПДК (ПДК, 2020), что обусловлено их высокой способностью к процессам разбавления, адсорбции и осаждению в донные отложения. В пробах других источников диффузного загрязнения данные микроэлементы были обнаружены в низких или следовых концентрациях.

Повышенное содержание меди, железа, марганца, цинка, алюминия характерно почти для всех образцов проб воды. Наиболее высокие содержания данных микроэлементов отмечалось в шахтных водах Закаменского промышленного центра. В целом, загрязнение вод бассейна р. Селенги соединениями металлов происходит в основном из природных источников, также соединения меди могут попадать в реки через сток с сельскохозяйственных угодий в результате применения удобрений.

Поступление биогенных веществ с диффузными стоками в водные объекты связано, в первую очередь, с сельскохозяйственной деятельностью. В результате поверхностного смыва с территорий пашен, животноводческих ферм в водных объектах наблюдается незначительное увеличение содержания аммонийного азота.

Стойкие органические загрязнители переносятся по воздуху, с пресными и морскими водами, с дымовыми газами, с пылью и аэрозольными частицами, что позволяет им перемещаться в атмосфере на большие расстояния и рассеиваться в окружающей среде. Попав в воздух, СОЗ перераспределяются в различных компонентах окружающей среды (атмосфера, поверхностные и грунтовые воды, почвенный покров, донные отложения, живые организмы) и перемещаются на большие расстояния, вплоть до регионов, расположенных в тысячах километрах от первоначальных источников их поступления (Арктика, Антарктика) [4]. Проведенный анализ проб на содержание следующих СОЗ: полихлорированные бифенилы (ПХБ); хлорорганические пестициды (дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ) и его метаболиты (п,п'-ДДЭ, п,п'-ДДД), изомеры гексахлорциклогексана (α-ГХЦГ, β-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, δ-ГХЦГ), гексахлорбензол (ГХБ); 19 индивидуальных полиароматических углеводородов (ПАУ) показал относительно невысокий уровень загрязнения хлорорганическими пестицидами (ХОП) бассейна реки Селенги. Максимальные концентрации ХОП получены в районе железнодорожного моста после г. Улан-Удэ. Уровни содержания ПХБ также невысоки и свидетельствуют о фоновом поступлении в экосистему со сточными водами предприятий ЖКХ, с диффузными стоками, а также в результате атмосферного переноса. Для ПАУ максимальные значения характерны для нижнего течения реки Селенга после г. Улан-Удэ до дельты. Как известно, Байкальский регион характеризуется развитым промышленным производством и топливно-энергетическим комплексом. В Иркутской области расположены многочисленные источники эмиссии ПАУ: заводы по производству алюминия, крупные ТЭЦ, предприятия нефтяной и химической промышленности. Поскольку преобладающие ветры в Байкальском регионе имеют направление юго-восток, газовые выбросы загрязняют поверхность озера Байкал и его бассейн, в первую очередь дельту реки Селенги. Локальные теплоэнергетические установки в бассейне озера также выбрасывают в атмосферу значительное количество ПАУ.

Заключение. Таким образом, основное количество загрязняющих веществ (нефтепродуктов, тяжелых металлов, биогенных веществ, стойких органических соединений) попадает в водосборный бассейн р. Селенги в составе диффузных стоков от промышленных и сельскохозяйственных предприятий, селитебных территорий, а также коммунально-бытового сектора. Увеличение стока биогенных веществ в р. Селенге наблюдается ниже г. Улан-Удэ, что, в основном, обусловлено как с поступлением недостаточно очищенных сточных вод из городских очистных сооружений, так и с диффузными стоками, поступающих с селитебных территорий, в период паводков.

Работа выполнена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» (Договор № 08_2023 И).

Список литературы

1. Гармаев Е.Ж., Христофоров А.В. Водные ресурсы рек бассейна озера Байкал: основы их использования и охраны. Новосибирск: ГЕО, 2010. 227 с.

2. Данилов-Данильян В.И., Веницианов Е.В., Беляев С.Д. Некоторые проблемы снижения загрязнения водных объектов от диффузных источников // Водные ресурсы. 2020. Т. 47. № 5. С. 493-502.

3. Ulzetueva I.D., Gomboev B.O., Zhamyanov D.Ts.-D. The assessment of the anthropogenic impact degree on the catchment area of the Selenga river transboundary basin (Russian part) // Proceedings of the 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017, www.sgem.org, (29 June - 5 July 2017, Albena, Bulgaria). 2017. Vol. 17. Issue 31. P. 649-654. DOI: 10.5593/sgem2017/31/S12.081.

4. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2022 год // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (росгидромет). http://downloads.igce.ru/publications/reviews/review2022.pdf (дата обращения: 09.01.2024).

УДК 631.468; 631.461; 631.432.5
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-270-274

РАЗВИТИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И АГРОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

DEVELOPMENT OF MICROBIOLOGICAL PROCESSES IN NATURAL AND AGROGENIC ECOSYSTEMS WITH DIFFERENT LEVELS OF SOIL CULTIVATION INTENSIFICATION

Гармашов В.М., Говоров В.Н., Крячкова М.П., Гармашова Л.В.
Garmashov V.M., Govorov V.N., Kryachkova M.P., Garmashova L.V.

ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева», Каменная Степь, Россия
Federal Government Budgetory Scientific Institution "Voronezh Federal Agricultural Scientific Center named after V.V. Dokuchaev", Stone steps, Russia

E-mail: niish1c@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты динамики изменения микробиологической активности почвы чернозема обыкновенного в естественных экосистемах на залежном фоне, а также при обработках почвы различной интенсивности и применении системы No-till прямой посев культур. В результате исследований установлено, что при культурном землепользовании в агроценозе черноземных почв общая численность микроорганизмов за 10-ти летний период наблюдений была стабильно-высокой и заметно превалировала при наиболее интенсивной обработке, составляя 48,67 млн КОЕ в 1 г абс.-сухой почвы, что на 24,6% выше, чем в почве естественной экосистемы. Но в условиях естественного ценоза в почве 130-летней залежи в многолетнем ряду наблюдений при низком уровне почвенного биома, прослеживалась тенденция к стабильному росту биологической активности почвы, о чем свидетельствуют установленные трендовые направленности и уравнения регрессии.

Ключевые слова: обработка почвы, система No-till, естественные экосистемы, микробиологическая активность почвы, гидротермический коэффициент.

Abstract. The paper presents the results of the dynamics of changes in the microbiological activity of the soil of ordinary chernozem in natural ecosystems on a fallow background, as well as during tillage of various intensities and the use of the No-till system for direct sowing of crops. As a result of the research, it was found that during cultural land use in the agro-cenosis of chernozem soils, the total number of microorganisms over a 10-year observation period was consistently high and noticeably prevailed under the most intensive treatment, amounting to 48.67 million CFU per 1 g abs.-dry soil, which is 24.6% higher than in the soil of the natural ecosystem. But under the conditions of natural cenosis in the soil of a 130-year-old deposit, in a long-term series of observations at a low level of the soil biome, there was a tendency to a stable increase in the biological activity of the soil, as evidenced by the established trend directions and regression equations.

Key words: tillage, No-till system, natural ecosystem, soil microbiological activity, hydrothermal coefficient.

Введение. Земли сельскохозяйственных угодий являются стратегическим ресурсом, основой продовольственной безопасности и стабильного развития государства, его ограниченным и невосполнимым ресурсом, который нужно беречь и рачительно использовать [1, 2]. Поэтому все факторы и приемы антропогенного воздействия на почвенную среду, используемые в результате сельскохозяйственного производства, не должны выводить почвенную систему за пределы ее адаптивных возможностей, обладать не только высокой эффективностью для продукционного процесса, но и слабым возмущающим воздействием на почвы.

В последние годы в современном земледелии значительное распространение получают экономичные энергосберегающие технологии минимальной обработки почвы. Востребованность в минимализации обработки почвы обусловливается ростом цен на энергоносители и необходимостью снижения затрат на производство сельскохозяйственной продукции, а обработка почвы является одной из высокозатратных операций в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. В современных технологиях на почвообработку отводится до 25% трудовых, 40% энергетических затрат [2-4]. Поэтому в последние годы в науке

и практике возрастает интерес к минимализации в обработке почвы, вплоть до перехода на систему «No-till» – прямого посева [5-8].

При этом разноречивость существующей научной информации, касающейся влияния минимализации обработки почвы и, особенно, прямого посева на плодородие почвы, усиливает остроту проблемы и является актуальным вопросом [9-11]. С другой стороны, в связи с ростом химико-техногенной нагрузки в агросфере, в последние десятилетия большое внимание уделяется разработке подходов к оценке экологического состояния почв [12-14]. Одним из самых чувствительных показателей, отражающих уровень и направленность изменения плодородия почв, является микробный пул почвы, так как микроорганизмы не только активно участвуют в формировании плодородия, но и чутко реагируют на изменения, происходящие в почвенной среде [15-18]. Поэтому мониторинг показателей микробиологической активности почвы позволяет на ранних стадиях изучения различных агротехнических приемов установить направленность почвенных процессов.

В связи с этим целью наших исследований было изучить динамику развития микробиологических процессов в черноземе обыкновенном в почве природной экосистемы – залежи и в агрогенных почвах при минимализации обработки почвы и прямом посеве.

Условия, материалы и методы. Исследования проводились в стационарном опыте по разработке наиболее эффективных приемов и систем обработки почвы в зернопропашном севообороте отдела адаптивно-ландшафтного земледелия и на рядом расположенном участке 130-летней косимой залежи. Почва опытных участков – чернозем обыкновенный среднегумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый, с благоприятными физико-химическими и агрохимическими характеристиками.

Изучение микробиологической активности агрочерноземов при приемах и системах минимализации обработки почвы проводится в системе зернопропашного севооборота: горох – озимая пшеница – кукуруза на зерно – ячмень – однолетние травы – озимая пшеница – подсолнечник – ячмень. Биоценоз на залежи представлен степной злаково-бобовой растительностью.

Мониторинговые наблюдения за микробиологической активностью почвы были проводены в течение десяти лет с 2014 по 2023 год, с нарастающим сроком использования изучаемых приемов минимализации и нулевой обработки почвы на первом поле стационарного опыта на вариантах: традиционной обработки почвы – вспашки на глубину 20-22 см (контроль); поверхностной на глубину 6-8 см и прямом посеве, и в почве естественной экосистемы (косимая залежь – абсолютный контроль).

Для исследований отбирали репрезентативные смешанные почвенные образцы с каждого исследуемого объекта из слоя почвы 0-20 см. Анализ проводили на свежих образцах, хранившихся не более 24 часов при температуре 5°С. Учет численности изучаемых групп микробного сообщества определяли классическим методом посева на агаризованные элективные питательные среды различного состава по методике Е.З. Теппер (2004) [19].

Обработку экспериментальных данных осуществляли дисперсионным методом математического анализа Б.А. Доспехов (1985) [20] с использованием программного обеспечения ПК Microsoft Office Excel 2010.

Агроклиматические условия в годы проведения исследований значительно различались как по количеству осадков, так и по температурному режиму. ГТК за вегетационный период (май-август) за период наблюдений колебался в пределах от 0,3 в 2018 году до 1,33 в 2015 году и достаточно полно охватывал весь диапазон погодных условий характерных климату в регионе.

Результаты исследований и их обсуждение. Сохранение ценных сельскохозяйственных земель и плодородия черноземных почв возможно только при создании благоприятных условий для развития и обеспечения активной жизнедеятельности почвенной биоты и процессов почвообразования. Поэтому для достижения поставленных целей была изучена динамика изменения биологической активности чернозема обыкновенного по общей численности микроорганизмов в условиях естественной экосистемы – на 130 летней залежи косимой и в почве, используемой в сельскохозяйственном производстве при различных уровнях интенсивности обработки почвы. Результаты исследование показали, что введение почвы в культурное земледелие приводит к увеличению биологической активности почвы. В почве, используемой в сельскохозяйственном производстве, отмечается увеличение общей численности микроорганизмов по сравнению с залежью. Среднегодовая численность микроорганизмов на залежи за период наблюдений составляла 39,05 млн КОЕ в 1 г абсолютно

сухой почвы, в почве используемой в агроценозах сельскохозяйственных растений при нулевой обработке почвы общая численность составляла 44,98 млн КОЕ в 1 г почвы *(рисунок 1)*.

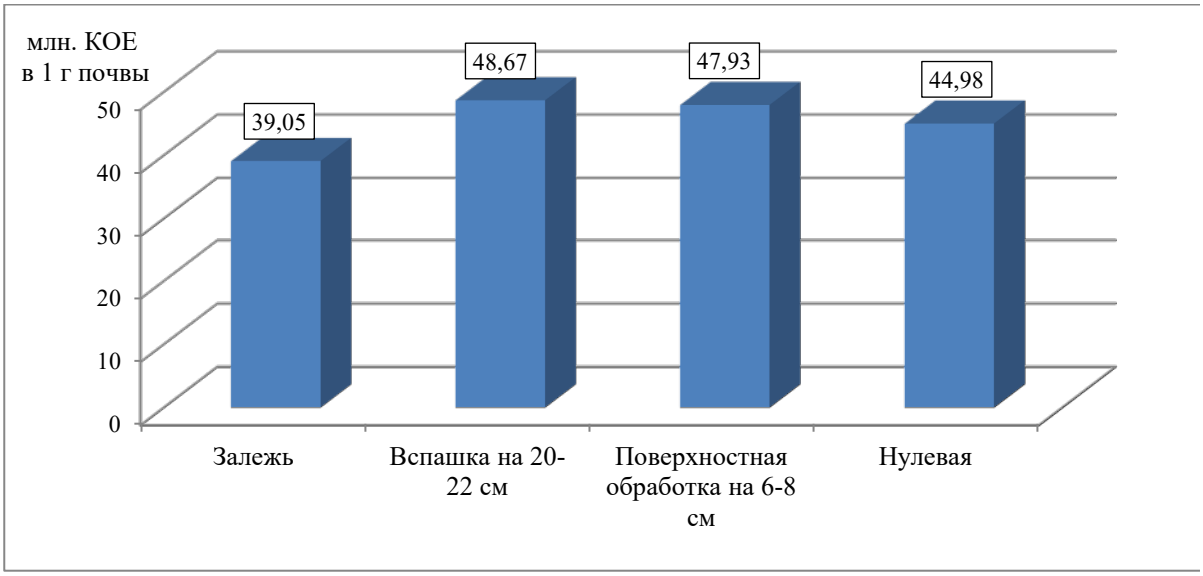


Рисунок 1. Среднегодовая численность микроорганизмов в естественной и агрогенной экосистемах, при различной интенсификации обработки почвы (2014-2023 гг.).

С нарастанием интенсивности обработки их число возрастало еще больше. При поверхностной обработке среднегодовая общая численность микроорганизмов составляла 47,93 млн КОЕ в 1 г абс.-сухой почвы или на 22,7%, при традиционной обработке почвы – вспашке на глубину 20-22 см общая численность микроорганизмов в среднем за десять лет исследований была максимальной и составляла 48,67 млн КОЕ в 1 г абс.-сухой почвы или на 24,6% выше, чем в почве залежи. При этом на залежи и при нулевой обработке биологическая активность почвы при более низкой интенсивности имела тенденцию к росту в течение периода наблюдений *(рисунок 2)*, о чем свидетельствуют линии тренда и коэффициенты уравнений регрессий. В почве, подвергавшейся более интенсивной механической обработке, при более высоком уровне биологической активности не прослеживается роста биологической активности в промежуток периода наблюдений, что отмечается по линиям тренда и уравнения регрессии.

Анализ результатов хронологических исследований микробиологической активности почвы показал, что в течение периода исследований наблюдались широкоамплитудные колебания общей численности микроорганизмов, обусловленные погодными условиями вегетационных периодов, а в агроценозах и сменой культур в севообороте. При этом в многолетнем ряду наблюдений так же прослеживается изменение биологической активности почвы в различных природных системах, указывающие на то, что и в почве естественной экосистемы наблюдаются довольно большая амплитуда колебаний активности микроорганизмов по годам *(рисунок 2)*.

Важное значение в формировании стабильно высокого плодородия почвы и продуктивности, выращиваемых растений имеет устойчивость течения микробиологических процессов в почве или слабая зависимость активности микроорганизмов от погодных условий, одного из основных факторов, влияющих на их жизнедеятельность. Выявление корреляционных связей между интенсивностью развития биома почв различных экосистем при различных гидротермических условиях вегетационного периода, представленных как гидротермический коэффициент Селянинова Н.И. (ГТК) показал, что в условиях природной экосистемы – залежной почвы, связь наименее слабая r=0,25 и прямая. То есть эта система в меньшей степени зависит от изменения погодных условий. В агрогенных экосистемах микробиологическая активность почвы в большей степени зависит от погодных условий. Здесь коэффициент корреляции между анализируемыми показателями сохраняет свою направленность и возрастает. При нулевой обработке почвы он равен 0,30, при поверхностной обработке – 0,46, а при традиционной обработке почвы – вспашке на глубину 20-22 см r=0,41.

При обработке почвы по системе No-till, так же как и в почве залежи, влияние погодных условий на микробиологическую активность почвы намного слабее, снижаясь до r=0,30, чему

способствует сформировавшийся на поверхности почвы мульчирующий слой аналогичный степному «войлоку» из растительных остатков и корней травянистой растительности, имеющемуся на залежи.

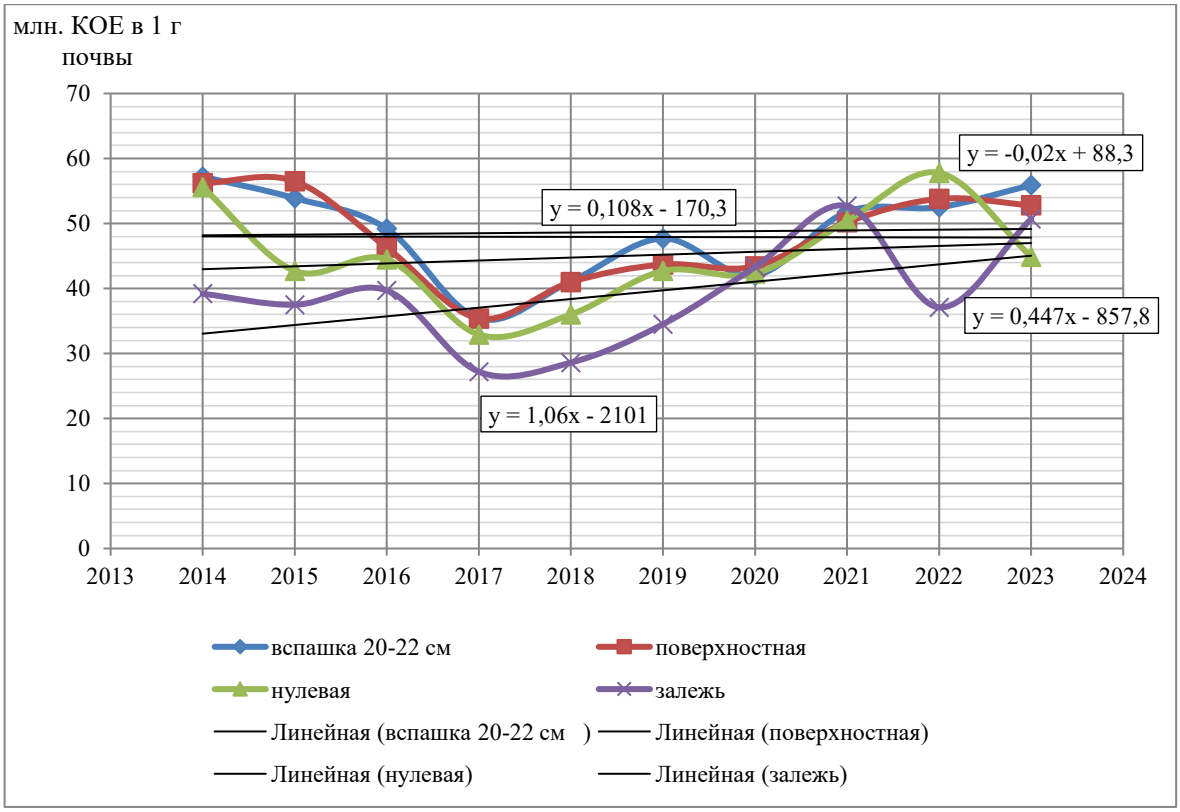


Рисунок 2. Общая численность микроорганизмов в естественных и агрогенных экосистемах с различным уровнем интенсификации обработки почвы.

Наиболее значимая корреляционная связь между активностью микробиологических процессов в почве и гидротермическими условиями периода вегетации растений при поверхностной обработке на глубину 6-8 см обусловлена формированием такого почвенного профиля, так как этой обработкой, наиболее плодородный и биологически высокоактивный слой создается в поверхностном 0-8 см слое почвы, что определяет и большую зависимость активности микробиологических процессов от изменения погодных условий.

В почвенно-климатических условиях региона из почв, на которых проводится почвообработка при отвальной обработке почвы на глубину 20-22 см, когда формируется однородный по обогащению органическим веществом растительных остатков 0-22 см слой агрочернозема, отмечается более устойчивое течение биологических процессов в почве, с меньшей зависимостью от гидротермического режима, обусловленного погодными условиями периода вегетации r=0,41. Об этом же свидетельствует коэффициент вариации биологической активности почвы при этой обработке V=14%. При этом по нулевой обработке он составляет 17,5%.

Рассматривая интенсивность развития микробного компонента в почве в динамике, с нарастающим эффектом влияния различных обработок почвы необходимо отметить, что на фоне стабильного роста биологической активности почвы в условиях залежи и незначительной динамики роста микробиологической активности агрочернозема в условиях системы нулевой обработки почвы No-till, прослеживается общая тенденция снижения биологической активности агрогенных почв при поверхностной обработке (y=-0,02x+88,3) и стабилизация плодородия почв пашни при отвальной обработке на глубину 20-22 см (y=0,108x-170,3), о чем свидетельствуют установленные трендовые направленности и уравнения регрессии *(рисунок 2)*.

Заключение. Результаты исследование показали, что введение почвы в культурное земледелие приводит к увеличению биологической активности черноземных почв. С нарастанием интенсивности обработки почвы она увеличивается и максимальная отмечается при традиционной обработке почвы – вспашке на глубину 20-22 см, где среднегодовая общая

численность микроорганизмов была максимальной и составляла 48,67 млн КОЕ в 1 г абс.- сухой почвы или на 24,6% выше, чем в почве залежи. Минимализация обработки почвы приводит к снижению микробного пула, при этом на залежи и при нулевой обработке биологическая активность почвы при более низкой интенсивности имела тенденцию к росту в течение всего периода наблюдений, тогда как в черноземе, подвергавшемся более интенсивной механической обработке, при стабильно-высоком уровне (численности) почвенной биоты такой тенденции биологической активности практически не прослеживается.

Список литературы

1. Кобякова Т.И., Уфимцева Л.В. Мониторинг плодородия почв центральной и северо-западной агроклиматических зон Курганской области // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 11. С. 5-9.
2. Дедов А.В., Трофимова Т.А., Болучевский Д.А. Совершенствование основной обработки почвы в ЦЧР // Земледелие. 2013. № 6. С. 5-7.
3. Кузыченко Ю.А., Кулинцев В.В., Кобозев А.К. Эффективность обработки почвы в севооборотах на различных типах почв Центрального Предкавказья // Земледелие. 2017. № 4. С. 19-21.
4. Гармашов В.М. Научные основы обработки черноземных почв юго-востока ЦЧР (к 130-летию «Особой экспедиции …» В.В. Докучаева): монография. Воронеж: Истоки, 2022. 414 с.
5. Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А. Разработка технологии NO-Till на черноземе выщелоченном лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2011. № 5. С. 20-22.
6. Кирюшин В.И. Проблема минимализации обработки почвы: перспективы развития задачи исследования // Земледелие. 2013. № 7. С. 3-6.
7. Чернозем типичный. Прямой посев, Курская область. Опыт, ротация 1.1 / Коллективная монография. М.: ГЕОС, 2021. 128 с.
8. Методические рекомендации по разработке минимальных систем обработки почвы и прямого посева / коллектив авторов; Почвенный институт имени В.В. Докучаева; Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр. М.: ООО «Издательство МБА», 2019. 136 с.
9. Несмеянова М.А., Дедов А.В., Коротких Е.В. Влияние приемов основной обработки почвы на ее плодородие, засоренность посевов и урожайность ячменя // Земледелие. 2022. № 4. С. 8-11.
10. Гармашов В.М., Говоров В.Н., Крячкова М.П. Изменение плотности сложения чернозема обыкновенного при минимализации обработки почвы и прямом посеве в условиях юго-востока ЦЧР // Аграрная Россия. 2022. № 3. С. 14-17.
11. Дридигер В.К., Стукалов Р.С. Оценка no-till технологии выращивания озимой пшеницы в сравнении с традиционной в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 10. С. 39-42.
12. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. 232 с.
13. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологическое состояние и функции почв в условиях химического загрязнения. Ростов-на-Дону: Изд. Росиздат, 2006. 385 с.
14. Imfeld G, Vuilleumier S. Measuring the effects of pesticides on bacterial communities in soil: A critical review. Eur J Soil Bilog. 2012. № 49. P. 22-30.
15. Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв. М.: Наука, 1986. 176 с.
16. Джанаев З.Г. Агрохимия и биология почв юга России // Под ред. В.Г. Минеева. М.: изд-во Моск. университета, 2008. 528 с.
17. Loss and Recovery of Soil Organic Carbon and Nitrogen in a Semiarid Agroecosystem / J.B. Notron, J. Eusebleus, M. Notron, U. Notron // Soil Organic Society of America Journal. 2012. № 76(2). P. 505-514.
18. Гармашов В.М., Гармашова Л.В. Биологическая активность чернозема обыкновенного при освоении технологии No-till // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 12 (102). Ч. 1. С. 131-136.
19. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для вузов. М.: Дрофа, 2004. 256 с.
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Изд. 5-е доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

УДК 631.4; 633.2 033.2
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-275-281

ПРИРОДОПОДОБНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ И РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ (ТЕРСКО-КУМСКОЙ НИЗМЕННОСТИ)

NATURE-LIKE TECHNOLOGY FOR THE RESTORATION OF SOIL AND PLANT RESOURCES OF SALINE SOILS OF THE NORTH-WESTERN PRECASPIAN (TEREK-KUMA LOWLAND)

Гасанов Г.Н., Усманов Р.З., Гаджиев К.М., Асварова Т.А., Баширов Р.Р., Абдулаева А С.
Gasanov G.N., Usmanov R.Z., Gadzhiev K.M., Asvarova T.A., Bashirov R.R., Abdulaeva A.S.

Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, Махачкала, Россия
Precaspian institute of biological resources of Dagestan federal research center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia

E-mail: nikuevich@mail.ru

Аннотация. Почвы на территории Терско-Кумской низменности засолены в разной степени, незасоленных почв здесь нет. Значительное распространение – 318,1 тыс. га или 21,0% общей площади региона – получили солончаки с продуктивностью 1,0-1,5 ц/га воздушно сухой фитомассы, которые используются как низкопродуктивные пастбища. Обычные способы мелиорации солончаков: гидротехнический, химический, агромелиоративный в Терско-Кумской низменности не могут быть применены из-за нехватки водных ресурсов и отсутствия финансовых возможностей. Фитомелиорация также невозможна, так как высеянные в такую почву семена не прорастают. Исследования проведены с целью разработки естественно-антропогенного способа превращения солончаков корковых в продуктивные пастбища в условиях развития дефляционных процессов, при котором исключалось механическое воздействие на почву, и проведение известных способов мелиорации почв. Поставленная цель достигнута путем создания на поверхности солончака коркового с помощью древесного материала прослойки из илисто-песчаной массы с семенами дикорастущих фитоценозов (ИПМС). Семена растений, содержащиеся в указанной массе, после выпадения осадков прорастают, закрепляя почву своими корнями, и в течение 7-8 лет формируют эолово-аккумулятивный гумусовый горизонт. Продуктивность пастбища достигает 2 ц/га воздушно-сухой массы.

Ключевые слова: солончак корковый, способы мелиорации, илисто-песчаная масса, гумусовый горизонт, продуктивность.

Abstract. The soils on the territory of the Terek - Kuma lowland are saline to varying degrees, there are no unsalted soils here. A significant distribution – 318.1 thousand hectares or 21.0% of the total area of the region - was obtained by salt marshes with a productivity of 1.0-1.5 c/ha of air-dry phytomass, which are used as low-productive pastures. The usual methods of reclamation of salt marshes: hydrotechnical, chemical, agro-reclamation in the Terek-Kuma lowland cannot be applied due to lack of water resources and lack of financial opportunities. Phytomelioration is also impossible because seeds sown in such soil do not germinate. The research was carried out in order to develop a naturally anthropogenic method of converting saline cortical into productive pastures under conditions of deflationary processes, which excluded mechanical effects on the soil and the implementation of known methods of soil reclamation. This goal was achieved by creating a layer of silty-sandy mass with seeds of wild phytocenoses (IPMS) on the surface of the saline cortical with the help of wood material. The seeds of plants contained in this mass germinate after precipitation, fixing the soil with their roots and forming an aeolian - accumulative humus horizon for 7-8 years. The productivity of the pasture reaches 2 c/ha of air - dry mass.

Key words: saline cortical, methods of reclamation, silty-sandy mass, humus horizon, productivity.

Введение. Терско-Кумская низменность, площадью 1,53 млн га, является важнейшей кормовой базой для отгонного и стационарного содержания около двух миллионов овец и сотен тысяч голов КРС сельскохозяйственных предприятий Дагестана [1, 2].

Почвы на территории низменности засолены в разной степени, незасоленных почв здесь нет. Значительное распространение – 318,1 тыс. га или 21,0% общей площади региона – получили солончаки. Для них характерны неудовлетворительная структура, низкая общая пористость (43,84-53,23%) и пористость аэрации (0,98-20,27%), высокие значения прочносвязанной влаги (8,37-17,96% от объема почвы), влажности заведения (до 27%), общей влагоемкости (35% к массе и 50% к объему почвы), очень малая (менее 30 мм/час) влагопроницаемость, малый объем активной влаги

(0-0,89%). Солончак корковый содержит в поверхностном горизонте 0,5-1,2% водорастворимых солей, он полностью лишен растительного покрова. В случаях комплексного размещения со светло-каштановой почвой встречаются заросшие специфическими видами фитоценозов бугорки разных величин, не образующих сомкнутого растительного покрова [2] *(рисунок 1)*.



Рисунок 1. Общий вид солончака коркового в Терско-Кумской низменности.

Продуктивность солончаков очень низкая – 1,0-1,5 ц/га воздушно-сухой фитомассы, они используются как низкопродуктивные пастбища. Повышение продуктивности солончаков, их реабилитация в аграрном производстве обычно осуществляется путем осуществления гидромелиоративной мелиорации – промывок большим током воды с нарезкой оросительной и коллекторно-дренажной сети [3], проведения специальных агромелиоративных мероприятий: внесение органических и минеральных удобрений, мелиоративные обработки почвы, фитомелиорации, химической мелиорации [4]. Но в Терско-Кумской низменности такие способы освоения солончаков не применимы. Здесь не хватает водных ресурсов, отсутствуют также финансовые возможности в РФ и Дагестане для их проведения и, что не менее важно, в рассматриваемых условиях недопустимо механическое воздействие на легкосуглинистые и песчаные и супесчаные почвы из-за угрозы образования очагов дефляции и опустынивания территории. Поэтому решение проблемы реабилитации солончаков, особенно корковых, имеет важное научное и прикладное значение не только для Терско-Кумской низменности, но всего Прикаспийского и других регионов с аналогичными природными условиями.

В Терско-Кумской низменности 44,5% площади занята развевающимися песчаными массивами, испаряемость превышает количество осадков в 5,4 раза. Процессы, которые вызывают дестабилизацию экологической ситуации в регионе, должны быть устранены, в противном случае это приведет к сокращению содержащегося здесь поголовья животных, а проживающее здесь население вынуждено будет перемещаться в приграничные регионы в поисках лучшие жизни, с неизбежными при этом межэтническими конфликтами.

На богарных землях проблему могут решить с применением агромелиоративных приемов: внесения навоза, песка, плодородной почвы запашки этой массы в почву и посева фитомелиорантов [5, 6]. Для этого приходится заготавливать, транспортировать и вносить в почву большое количеств удобрений (30-40 т/га), песка и земляной массы (40-60 т/га). Для этого также надо нести значительные материальные и денежные затраты.

Нередко прибегают и к химической мелиорация солончаков (внесение химикатов для нейтрализации щелочной реакции среды) [7]. И в данном случае приходится нести затраты на заготовку, транспортировку и внесение в почву химикатов.

Цель исследования: разработать естественно-антропогенный способ превращения солончаков корковых в продуктивные пастбища в условиях развития дефляционных процессов, при котором исключалось бы механическое воздействие на почву, и проведение гидро- и агромелиоративных и химических способов мелиорации почв.

Методика и методы исследований. Поставленной цели намечалось достигнуть путем создания на поверхности солончака коркового прослойки из илисто-песчаной фракции почвы с нейтральной реакцией и семенами дикорастущих фитоценозов (ИПМС).

В условиях полупустыни постоянно дуют ветры, меняющие свое направление в течение суток дважды. В летний период вектор, формирующегося над степью, прохладного воздуха в утренние часы направлен в сторону моря (Каспийского), а в полуденные часы перегретые над поверхностью почвы воздушные массы поднимаются в верхние слои атмосферы, уступая пространство над степью относительно прохладному воздуху, поступающему с моря. Эти воздушные массы, перемещающиеся над поверхностью почвы, одновременно переносят с собой 20-30 т/га эолового материала с запасом семян растений. Этот материал, встретив на своем пути препятствия в виде кустарника, кустарничка, куста растения или любого другого предмета (камня, частей скелета животных, остатков строительного материала, запасных частей машин), оседает вокруг них на поверхности почвы, в данном случае солончака, и образует бугры и бугорочки разных форм и размеров, которые в последующем зарастают растительностью [8].

При выпадении осадков семена растений, содержащиеся в указанном материале, прорастают, закрепляя своими корнями почву, и образуют на поверхности солончака, заросшие первоначально эфемерами, а в последующем разнотравьем и солянками, бугры разных размеров. Задача по созданию на поверхности солончака, вместо единичных кочек и бугров, сплошного слоя наносного почвенного материала, в последующем зарастающего растениями и превращающимся в дернину, нами решалась путем устройства ветрозащитного прямоугольника из досок, шириной (высотой над поверхностью солончака) 20 см.

Влажность почвы определяется три раза за вегетационный период: в начале апреля, в конце июля – начале августа и в конце сентября – начале августа в слое 0-70 см на участке, защищенным эоловым слоем, и без него с интервалом 0-20 см термостатно-весовым методом.

Степень и тип засоления солончака коркового в зависимости от наличия эолового покрытия на его поверхности определяли по тем же срокам, что и влажность почвы, по горизонтам А (0-8 см); B_1 (9-15 см); B_2 (16-30 см); ВС (31-40 см); C_1 (41-58 см); C_2 (59-70 см). Определяли также содержание анионов HCO_3^-; CL^-; SO_4^{2-} и катионов: Ca^{2+}; Mg^{2+} и K^++Na^+ в водной вытяжке [9].

Динамика содержания легкогидролизуемого азота определяется по Л.Н. Александровой и О.А. Найденовой (1986), подвижных соединений фосфора и калия – по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91**)** [10]. Плотность почвы определяли с использованием режущего цилиндра [11], НВ и ПВ – по предложенному нами методу с латеральной подачей воды и насыщением почвы методом инфильтрации ко всем горизонтам почвы одновременно [12]. Количественно-видовой состав фитоценозов определяли в периоды максимального накопления фитомассы эфемеров (конец апреля – начало мая) и солянок с разнотравьем (конец июля – начало августа) на закрепленных постоянных участках.

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенные нами исследования показали, что единственным способом вовлечения засоленных почв, в частности, и солончака коркового в дефляционно-опасных ландшафтах в хозяйственный оборот является создание на его поверхности гумусового слоя без проведения перечисленных выше мелиораций. Предпосылки для решения данной проблемы в рассматриваемых условиях, на наш взгляд, имеются достаточные.

Первая из них заключается в том, что на территории низменности имеются значительные площади развевающихся песчаных массивов, бурун и гряд, которые являются полимиктовыми (полиминеральными) природными образованиями с большим содержанием легко выветривающихся породообразующих минералов: полевых шпатов, мусковита, биотита, амфиболов (роговая оболочка). Все они, кроме кварца, имеют признаки интенсивного выветривания, являются главным источником систематического пополнения песков питательными элементами, обеспечивающими их высокое активное и потенциальное плодородие. Реакция среды в этих песках нейтральная (pH=7-7,2), они не имеют признаков засоленности и содержат до 0,2% общего гумуса [13]. Такие же песчаные массивы распространены по всему Северному [14] и Восточному Прикаспию, включая Казахстан и Туркмению [15, 16].

В условиях часто повторяющихся пыльных бурь (до 5-12 в год) и высоких модулей дефляции в воздушные потоки поступает значительное количество илисто-песчаных фракций дальнего переноса и переотложенного. Эти потоки загрязняют воздушный бассейн пылеватыми взвесями, делая жизнь, проживающего здесь населения, менее комфортной. Кроме того, после пыльных бурь или ежедневных, различных по силе и направлениям, ветров, местами полностью сносятся верхние песчаные слои почвы и мелкие гряды. Они отлагаются на прилегающих

пастбищных угодьях, в пониженных элементах мезо- и нанорельефа низменности, вокруг естественных преград.

Следует принять во внимание и такой факт: в илисто-песчаной массе накапливается достаточное количество семян дикорастущих фитоценозов. Эти семена, в условиях засушливого климата, находясь постоянно на дневном свету (на поверхности почвы), интенсивно проходят физиологическое дозревание, имеют высокую полевую всхожесть и, при выпадении осадков, могут быстро прорасти и формировать сомкнутый травостой. Значительную часть ИПМС, перемещающейся по поверхности низменности, можно было бы накопить на солончаке корковом, если создать для этого необходимые условия.

Вторая предпосылка для реабилитации солончаков корковых заключается в том, что для Прикаспийской низменности России, приморских районов Казахстана и Туркмении характерны постоянные ветры, переменных направлений [15, 16]. Температура воздуха в июне – августе поднимается до 40-45°С в тени. На открытой поверхности почвы она достигает и 55-60°С. Раскаленный воздух поднимается в верхние слои атмосферы. Освободившееся пространство над низменностью занимает более прохладный воздух со стороны моря.

Вектор, формирующихся над степью воздушных масс, в первой половине дня направлен от моря в сторону континента, к вечеру меняется в обратную сторону. Воздушные массы, постоянно перемещающиеся по территории низменности, одновременно переносят с собой 20-30 т/га ИПМС. Наблюдения за формированием оголенных массивов земель, потерявших гумусовый горизонт в результате дефляции почвы, строительных работ или иных антропогенных воздействий (прокладка нескольких дублирующих дорог по полупустыне транспортными средствами при перемещении в осенне-зимнюю распутицу), показывают, что почвенный и растительный покров на таких землях можно восстановить за счет атмосферных процессов, протекающих в полупустыне.

Полученные нами результаты позволят впервые в мировой науке обосновать новый принцип реградации и вовлечения в хозяйственный оборот солончака коркового в условиях развития дефляционных процессов. Для этого не потребуется предварительное рассоление солончака или применение других гидро-, хим-, фито- и агромелиораций. Исключается воздействие на почву механическими средствами, создание очагов дефляции и процессов опустынивания, снижается загрязнение воздушного бассейна илистыми фракциями, вредными для организма человека и животных.

Для решения проблемы трансформации солончака коркового в более высокий и продуктивный таксономический уровень нами применен естественно-антропогенный подход, при котором естественный процесс перемещения ИПМС по поверхности солончака с помощью атмосферных факторов направляется человеком, путем создания искусственных препятствий на пути ее передвижения. Это может обеспечить в последующем формирование на поверхности солончака коркового гумусового горизонта с растительным покровом. Под влиянием корневых систем растений, зоонаселения и природных (естественных) факторов солончак корковый трансформируется в другой вид почвы с достаточно высокой продуктивностью, не прибегая к известным мелиоративным приемам.

Для достижения поставленной цели на солончаке корковом нами были созданы искусственные препятствия из досок, выступающих над поверхностью почвы на 20 см. Можно подобрать другие, более дешевые материалы, механизировать процесс их укладки, но это задача будущих исследований.

ИПМС в эксперименте заполняет 0,2 метровую толщу площадки в 4 м^2 (2х2 м) в течение 7-10 месяцев, особенно интенсивно в менее влажный период года. В слое 0-5 см этой массы на 1 м^2 содержится 500-700 шт. семян естественного фитоценоза. Лабораторная всхожесть их 92-95%, полевая всхожесть зависит от количества и срока выпадения осадков. Согласно полученным нами предварительным данным, полноценные всходы дают лишь 30-40% семян, расположенных в слое 0-1 – 0-3 см (из нижележащих слоев на поверхность почвы пробивается незначительное количество всходов). Остальная часть семян используется зоонаселением или теряет всхожесть, и пополняет запасы органического вещества почвы. В любом случае на 1 м^2 может быть получено 150-250 всходов – это достаточное количество для обеспечения высокой густоты и продуктивности фитоценоза. Появившиеся растения способствуют закреплению почвы своими корнями, образованию на поверхности солончака коркового, заросшего первоначально эфемерами, а в последующем разнотравьем и солянками, фитомассы, продуктивностью 8-14 т/га воздушно-сухой массы.

О возможности создания таким путем новой почвы (рода, вида, разновидности) свидетельствуют результаты исследований [17], которые подтверждают, что в городских условиях даже атмосферная пыль может явиться материалом для почвообразования. В течение 10-20 лет «вблизи автомагистралей, где интенсифицируется процесс переноса пыли, создается возможность не только поступления пыли в почву, но и формирования почвенных горизонтов из пылеаэрозольных выпадений», которые, наряду с нефтепродуктами и тяжелыми металлами, содержат «до 10% карбонатов и до 7% органического углерода…».

В подтверждение сказанного данными исследователями мнения, можно привести факт накопления на асбоцементных трубах внешней части отопительных систем г. Махачкала илистой массы почвы, занесенной ветром, и произрастания на ней древесных и травянистых растений, семена которых также были занесены ветром.

На важную роль эоловых процессов в почвообразовании в горных условиях указывает и М.А. Глазовская (2009). «Необходимым условием образования таких почв, – считает она – является наличие сомкнутого растительного покрова. При участии фауны беспозвоночных вновь осаждающийся эоловый мелкозем перемещается внутрь почвенной толщи, обогащается гумусом, илом и оструктуривается» [18].

Эти вполне обоснованные высказывания выдающихся почвоведов всецело можно отнести, и даже с большим основанием, к условиям Прикаспия, где ежегодно дефлируется 10-15 т/га эолового материала.

Проблемным в научном плане является вопрос: как влияет созданный на поверхности солончака эоловый слой на влажность и содержание солеобразующих ионов.

Нашими исследованиями установлено [8, 19], что влажность солончака коркового под эоловым слоем, вопреки ожиданию, имеет относительно низкие показатели, чем на открытой площадке, не укрытой эоловым слоем *(рисунок 1)*. Увеличение влажности слоя почвы 0-70 см на той части солончака, который не был укрыт эоловым слоем, объясняется тем, что «капиллярно-осмотический поток» влаги из области с относительно низкой концентрацией водорастворимых солей под эоловым слоем перемещается к области с повышенной их концентрацией на солончаке корковом без этого слоя [8, 20].

Резкое снижение испарения влаги из солончака под эоловым слоем предотвращает капиллярный подъем влаги с растворенными в ней солеобразующими ионами из более глубоких слоев почвы и дополнительное их накопление в верхнем корнеобитаемом слое. Более того, из этого слоя солончака одновременно с почвенной влагой солеобразующие ионы перемещается в область с относительно высоким осмотическим давлением на прилегающей части солончака коркового.

Этим объясняется увеличение общего количества катионов и анионов, особенно Cl^- и SO_4^{--}, на открытой части солончака и уменьшения их количества под эоловым слоем.

В наших исследованиях [8, 19, 20] создание на поверхности полностью лишенного растительности солончака коркового такого слоя с помощью деревянных досок (шириной 20 см, толщиной 2 см) способствовало появлению на его поверхности в течение первого же года 58 экземпляров растений *(таблица 1)*.

Таблица 1

Основные показатели продуктивности фитоценозов при трансформации солончака коркового

Годы наблюдений	Количество растений, экз./м^2	Количество видов, шт.	Проективное покрытие, %	Урожайность воздушно-сухой фитомассы, т/га
Первый	58	9	27	0,65
Второй	115	12	60	1,58
Третий	127	15	74	2,05
Четвертый	127	16	76	1,98
Пятый	128	16	76	1,84
Восьмой	128	15	79	2,08

В видовом составе фитоценоза в первый год преобладают эфемеры: полевичка малая (*Eragrostic minor*Host.), мортук восточный (*Eremopyrum orientale* (L.) Jaub.Et. Spach.), бурачок пустынный (*Alussum desertorum* Stapf.), мятлик однолетний (*Poa annua* L.), мятлик луковичный (*Poa bulbosa* L.*)*, костер растопыренный (*Bromus squarrosus* L.), костер кровельный *Anisantha tectorum*

L.), а во втором году появляются еще и петросимония *(Petrosimonia* sp.*)*, верблюжья колючка обыкновенная *(Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Fisch.), дурнишник колючий *(Xanthium spinosum),* полынь таврическая *(Artemisia taurica* Willd.*)*.

В течение второго года увеличивалось количество растений в два раза, проективное покрытие в 2,2 раза, расширился их видовой состав в 1,3 раза, урожайность воздушно-сухой биомассы повысился в 2,4 раза. Таким образом, данный способ освоения солончака может обеспечить получение уже во втором году эксперимента более 2,0 т/га воздушно-сухой фитомассы. В последующие годы приросты были менее значительными, но общий сбор фитомассы с 1 га оставался выше указанного уровня [8, 19, 20].

В результате накопления прослойки илисто-песчаных фракций на поверхности солончака коркового и формирования высокопродуктивного естественного фитоценоза, в интервале 7-8 лет образуется светло гумусовый горизонт почвы. Мощность горизонта составила 5±0,8 см в центре площадки и 7±0,6 см по ее краям, гумуса в нем содержится 1,16%. Согласно классификации и диагностике почв России 2004 г. горизонт относится к светло-гумусовым эолово-аккумулятивным. Мощность горизонта составила 5±0,8 см в центре площадки и 7±0,6 см по ее краям, гумуса в нем содержится 1,16%. В светло-гумусовом горизонте солончака реабилитированного физической глины содержится 18,7%, или меньше, чем в светло гумусовом корковом горизонте солончака коркового на 11,3%. Следовательно, меняется и гранулометрический состав горизонта с легкосуглинистого на супесчаный. Гранулометрический состав почвы в гор. Ад, согласно нашим исследованиям, характеризовался как связнопесчаный, Структурное состояние исследуемых горизонтов почвы по С.И. Долгову и П.У. Бахтину [21] в горизонтах Ад и А солончака, в том числе и реградированного, оценивается как неудовлетворительное (в интервале 20-40% от массы почвы) с показателями коэффициента структурности Кстр=0,29-0,34. В горизонтах A_1 и B_1 почва со среднесуглинистым гранулометрическим составом, характеризовалась удовлетворительной структурой Кстр=0,44-0,50. Неудовлетворительный структурный состав в гор. Ад объясняется содержанием большого количества илистых фракций в почве. Можно предположить, что в этом горизонте она в дальнейшем будет улучшаться по мере нарастания проективного покрытия, продуктивности и корневой массы фитоценозов.

Заключение. Разработан естественно-антропогенный способ мелиорации солончаков путем создания искусственных препятствий из древесного и другого материала для задержания ИПМС, перемещающейся по поверхности почвы, который в последующем превращается в эолово-аккумулятивный гумусовый горизонт. Способ позволяет превратить бесплодные солончаки корковые в продуктивные пастбища без применения известных до сих пор способов мелиорации почв.

Список литературы

1. Гасанов Г.Н., Абасов М.М., Мусаев М.Р. Абдурахманов Г.М. [и др.]. Экологическое состояние и научные основы повышения плодородия засоленных и подверженных опустыниванию почв Западного Прикаспия. М.: Наука, 2006. 264 с.

2. Гасанов Г.Н., Асварова Т.А., Гаджиев К.М., Ахмедова З.Н., Абдулаева А.С., Баширов Р.Р., М.А. Арсланов М.А. Состояние и приемы восстановления продуктивности растительного покрова Терско-Кумской полупустыни // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18. № 2. С. 59-64.

3. Саидов А.К. Солончаки водно-аккумулятивных равнин Западного Прикаспия и их некоторые генетические особенности (на примере Кизлярских пастбищ) // Юг России: экология, развитие. 2008. Т. 3. № 2. С. 113-121.

4. Гасанов Г.Н., Мусаев М.Р., Абдурахманов Г.М., Курбанов С.А., Аджиев А.М. Фитомелиорация засоленных почв Западного Прикаспия. М.: Наука, 2004. 270 с.

5. Качинский Н.А. Почва, ее свойства и жизнь. М.: Наука, 1975. 294 с

6. Рассадин А.Я., Бездырев Г.И., Матюк Н.С., Хохлов Н.Ф, Беленков А.И. Научные основы защиты почв от эрозии и дефляции. М.: РГАУ-МСХА, 2012. 312 с.

7. Ревут И.Б. Физика почв. Л.: Колос, 2013. 366 с.

8. Гасанов Г.Н., Асадулаев З.М., Асварова Т.А., Гасанова З.У, Гаджиев К.М. и др. Экологические аспекты формирования солончака реградированного в Терско-Кумской низменности Прикаспия // Юг России: экология, развитие. 2019. Т. 14. № 4. С. 86-97

9. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1962. 491 с.

10. Ягодин Б.А., Дерюгин И.П., Жуков Ю.П. [и др.]. Практикум по агрохимии. М.: Агропромиздат, 1987. 275 с.

11. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. М.: Агропромиздат, 1987. 384 с.

12. Гасанов Г.Н., Гаджиев К.М., Ахмедова З.Н., Рамазанова Н.И., Баширов Р.Р., Асварова Т.А., Салихов Ш.К., Абдулаева А.С. Новая методика определения наименьшей влагоемкости почвы в полевых условиях // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19. № 2(3). С. 431-435.

13. Саидов А.К. Современное агроэкологическое состояние почв Кизлярских пастбищ // Почвоведение. 2006. № 12. С. 1501-1511.

14. Панкова Е.И., Конюшкова М.В., Мухортов В.И. Тренд развития почв аридных экосистем под влиянием различного антропогенного воздействия (Астраханская область) // Экосистемы: экология и динамика. 2018. Т. 2. № 2. С. 40-64.

15. Панкова Е.И., Герасимова М.И. Пустынные почвы: свойства, почвообразовательные процессы, классификация// Аридные экосистемы. 2012. Т. 18. № 32 (51). С. 5-16.

16. Говорушко С.М. Влияние погодно-климатических условий на биосферные процессы // Геофизические процессы и биосфера. 2012. Т. 11. № 1. С. 5-24.

17. Прокофьева Т.В., Шишков В.А., Кирюшин А.В., Иванников Ф.А. Атмосферная пыль как материал для почвообразования: опыт исследования почвенных тел на городских эоловых отложениях // Роль почв в биосфере и жизни человека: Материалы междунар. науч. конф. М.: МАКС ПРЕСС, 2015. С. 228-229.

18. Глазовская М.А. Педолитогенез и континентальные циклы углерода. М.: Либроком, 2009. 336 с.

19. Баширов Р.Р., Асварова Т.А., Салихов Ш.К., Ахмедова З.Н., Гасанов Г.Н., Гаджиев К.М. Возможности трансформации солончака типичного с использованием эоловых процессов, протекающих в условиях Терско-Кумской низменности Прикаспия // Вестник Дагестанского научного центра РАН. 2017. № 65. С. 76-82.

20. Гасанов Г.Н., Асварова Т.А., Гаджиев К.М. и др. Аккумуляция калия и кальция растительными ассоциациями пастбищных фитоценозов Терско-Кумской низменности // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2019. № 1. С. 46-56.

21. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. Практикум по почвоведению. М.: Агроконсалт, 2002. 280 с.

УДК 582.795
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-282-286

ЛИПА СЕРДЦЕВИДНАЯ (*TILIA CORDATA* MILL.) НА ЮЖНОЙ И СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦАХ АРЕАЛА В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

SMALL-LEAVED LINDEN (*TILIA CORDATA* MILL.) AT THE SOUTHERN AND NORTHERN BOUNDARIES OF DISTRIBUTION IN WESTERN SIBERIA

Глазунов В.А.
Glazunov V.A.

Тюменский научный центр СО РАН, Тюмень, Россия
Tyumen Scientific Centre SB RAS, Tyumen, Russia

E-mail: v_gl@inbox.ru

Аннотация. Липа сердцевидная (*Tilia cordata* Mill.) – вид европейских широколиственных лесов, находящихся в Западной Сибири на восточной границе ареала и распространенных здесь преимущественно в пределах южной тайги и частично заходящий в подзону мелколиственных лесов (подтайгу) – между 56,5° и 59,5° с.ш., с изолированными местонахождениями в лесостепи. Во всех регионах липа подлежит охране как реликтовый вид (в Тюменской области – только древесная форма) и произрастает в пределах многих особо охраняемых природных территорий. У северной границы ареала, в бассейне р. Конда сохранились небольшие по площади участки чистых и смешанных с участием липы лесов с высотой деревьев до 20 м и более. В южном направлении существенной динамики ареала в последние десятилетия не наблюдается, в северном направлении липа активно распространяется в составе подлеска темнохвойных и производных лесов. На значительном удалении (около 200 км) от основного ареала липа в древесной форме и в виде подлеска отмечена в подзоне средней тайги, на правом берегу р. Обь под 61,5° с.ш., вероятно, занесенная речными водами и сохранившаяся благодаря отепляющему эффекту текущей с юга крупной реки.

Ключевые слова: Красная книга, липовые, охраняемая природная территория, реликт.

Abstract. Linden (*Tilia cordata* Mill.) is a tree of European broad-leaved forests. In Western Siberia it is a relict species on the eastern border of its range. Linden is found mainly in the southern taiga and partly in the sub-taiga, between 56.5° and 59.5° N. In the forest-steppe zone there are isolated locations of linden. In the regions of Western Siberia, *Tilia cordata* is protected as a relict species (in the Tyumen region only a tree form) and grows in many protected areas. At the northern border of the range, in the Konda River basin, there are small areas of linden forests with tree heights of up to 20 m or more. In the southern direction, no changes in the range of linden have been observed recently. In the northern direction, there is an increase in the abundance of linden in the undergrowth of dark coniferous and secondary forests. In the middle taiga subzone there is an isolated location of a linden tree (right bank of the Ob River, 61.5° N). The linden tree was probably brought in by river waters and was preserved due to the warming effect of the river.

Key words: lime, protected area, Red Data Book, relict, Tiliaceae.

Введение. *Tilia cordata* Mill. – преимущественно европейский вид широколиственных лесов, в Западной Сибири находящийся на восточной границе ареала. Относится здесь к реликтам третичного периода [1, 2].

В зауральской части ареала липа встречается в Тюменской, Омской областях и в южной части Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО). Крайние восточные изолированные местонахождения *Tilia cordata* находятся в Томской и Новосибирской областях, крайнее южное – в Курганской. На Алтае, Кузнецком Алатау и р. Енисей она замещается близким видом – *Tilia sibirica* Bayer [3-5]. Достаточно полные сведения о ее распространении и экологических особенностях в Западной Сибири имеются в работах П.Л. Горчаковского [1, 6] и Ю.В. Хлонова [7]. В последние десятилетия сведения о произрастании липы в Западной Сибири представлены, в основном, публикациями о находках местонахождений с описанием и отдельных локалитетов [8-13 и др.]. Поскольку во всех перечисленных выше субъектах федерации липа является охраняемым видом и занесена в региональные Красные книги [14-19], при этом в Тюменской области, где она распространена наиболее широко, охране подлежит только древесная форма естественного происхождения. Липа широко используется в озеленении, особенно в крупных городах и поселках, выращивается в дендрариях и ботанических садах, в т.ч. в городах Курган [14] и Сургут [20]. При благоприятных условиях может уходить из культуры и встречаться в составе природных сообществ.

В ботанико-географическом отношении липа распространена преимущественно в подзоне южной тайги, где произрастает в составе сосновых, пихтово-еловых и производных от них лесах. В виде изолированных местонахождений липа присутствует в подтаежной полосе и, частично, лесостепи, где связана с сосновыми и производными от них березовыми лесами на песчаных и супесчаных почвах [1].

Произрастание *Tilia cordata* на территории Западной Сибири в третичном периоде подтверждено палеоботаническими данными. В плейстоцене, когда максимальная граница оледенения достигала 60° с.ш., такие широколиственные породы как *Tilia cordata* и *Ulmus laevis* Pall. сохранились лишь в некоторых пунктах с благоприятными условиями среды. Элементы третичной неморальной растительности и флоры существовали здесь в течение всего ледникового периода и сохранились до настоящего времени в отдельных реликтовых центрах, в т.ч. Приуралье (бассейны рек Тура и Тавда и Тобол-Ишимское междуречье) [2, 6].

В среднем голоцене липа и вяз произрастали в составе хвойных и мелколиственных лесов в современной подзоне подтайги и, частично, лесостепи и степи: в северной части они, вероятно, представляли незначительную примесь, а в более южных районах были субэдификаторами березовых лесов. В этот период шло активное распространение липы за Урал.

Цель настоящей работы – на основе анализа литературных источников, фондовых материалов, собственных наблюдений за последние десятилетия уточнить распространение *Tilia cordata* на южном и северном пределе распространения в Западной Сибири и определить современные тенденции изменения границ ее ареала.

Результаты исследований и их обсуждение. Современная южная граница распространения липы сердцелистной проходит по восточному склону Южного и Среднего Урала, пересекает р. Исеть, далее идет на восток, выходит к р. Ница, затем смещается на юг, пересекает р. Тура выше г. Тюмень, вдоль нее выходит к р. Тобол, пересекает р. Вагай у устья р. Балахлей, р. Ишим у с. Викулово и достигает р. Иртыш [1, 7]. Крайняя восточная точка ареала расположена в верховьях р. Омь на р. Сенча в Новосибирской области (55,8° с.ш., 81,1° в.д.) [18].

Продвижение липы в южном направлении в настоящее время не наблюдается, что связано с неблагоприятными почвенными условиями на большей части территории (засоление) в сочетании с недостаточным увлажнением и конкуренцией со стороны мелколиственных пород. Основные местонахождения на южной границе сплошного распространения в Тобол-Ишимском междуречье сосредоточены между 57° и 57,5° с.ш. в пределах Юргинского, Аромашевского, Вагайского и Викуловского районов Тюменской области [1, 13, 19]. Наиболее южные местонахождения в отрыве от основного ареала в Тюменской области отмечены на водоразделе рек Пышма и Исеть (56,7° с.ш.) [13], по р. Ук (правому притоку р. Тобол) у г. Заводоуковск [13, 21] и по р. Ольховка (притоку р. Ук) у с. Новая Заимка (56,5° с.ш.) [22], у с. Ситниково, по левому берегу р. Солоновка (56,4° с.ш.) [23]. Липа здесь произрастает, преимущественно в виде подроста, в сосновых и сосново-мелколиственных лесах или выходит во 2 ярус древостоя. У г. Заводоуковск и с. Новая Заимка встречается в пределах памятников природы «Колмаковский парк», «Новозаимский парк», «Падунский» [22].

В значительном отрыве (около 180 км) от основного ареала, в южной части лесостепной зоны на территории Курганской области, у оз. Медвежье (55,2° с.ш., 68,0° в.д.) расположено изолированное реликтовое местонахождение липы сердцевидной, где она произрастает в виде кустарника или невысокого (5-6 м) дерева под пологом сосны, а на разреженных участках и в чистых насаждениях достигает высоты 10-12 (14) м [1, 7]. Как отмечает П.Л. Горчаковский [1], липа сохранилась здесь и успешно возобновляется в настоящее время благодаря уникальной комбинации факторов среды – микроклимату с повышенной влажностью и относительной изолированности от окружающей территории. Сосновые и березово-сосновые леса с липой, произрастающие по берегам оз. Медвежье, занесены в Зеленую книгу Сибири [24] и охраняются в составе памятника природы «Вишнево-Островная дача», где, начиная с 1990-х годов, проводились регулярные мониторинговые исследования состояния флоры и растительности [25]. Памятником природы также является и само оз. Медвежье.

Северная граница распространения липы в пределах Западно-Сибирской равнины проходит на уровне 59,5° с.ш. по дренированным участкам вдоль русел относительно крупных рек – Лозьвы, Тавды, Пелыма, Конды и выходит к устью р. Демьянка [1]. Липа здесь произрастает в основном в подлеске сосновых, березовых и темнохвойных (елово-пихтовых) лесов, изредка выходя во второй древесный ярус, достигая высоты 14-18 (19) м [1, 7, 16]. В ХМАО встречается по правому берегу р. Конда в верхнем и среднем течении и по ее притокам – южнее с. Шаим, у

оз. Юмасинский Туман, оз. Леушинский Туман, р. Ахтымья, по рекам Черная и Евра, по р. Кума, в междуречье рек Кума и Малая Кума [3, 4, 7, 11, 12, 16, 26].

Наши исследования 2015 г. и данные других авторов показали, что по правому берегу р. Конда липа широко распространена в подлеске различных типов сообществ, включая мелколиственные, темнохвойные, сосновые и смешанные леса. Елово-пихтовые с липой леса на этой территории были приурочены к участкам плакоров небольших водоразделов и к настоящему времени почти полностью вырублены. Сейчас эти сообщества занимают очень ограниченные площади и только отдельными массивами распространены среди образовавшихся на их месте производных мелколиственных насаждений. Сосновые и березовые леса с липой располагаются по пологим склонам с относительно богатыми дерново-подзолистыми почвами. Липа принимает участие в формировании древесного яруса как сопутствующая порода, образуя 2 ярус 12-15 м высотой или присутствует в подлеске. В составе древостоев, в большей или меньшей степени, имеется примесь березы и осины, реже – ели и пихты [27].

По данным Куминского лесничества, в недавнем прошлом липовые леса произрастали в междуречье рек Кума и Малая Кума, где к настоящему времени сохранился лишь один выдел. Лесопокрытая территория южной части Кондинского района практически вся подвергалась сплошной вырубке с 1960-х годов. В настоящее время этот процесс идет по второму кругу, поскольку имеется потребность местных производств в маломерной древесине для изготовления фанеры и древесно-стружечной плиты.

На сплошных вырубках в составе возобновления преобладают мелколиственные породы, в результате чего формируются устойчиво-производные осиново-березовые и березовые леса с участием сосны от единичных деревьев до 1-2 состава древостоя, с примесью пихты и ели. Липа в производных лесах обычно преобладает во 2 ярусе, не превышая высоты 13-15 м. Отдельные деревья могут выходить в 1 ярус, достигая высоты 18-20 м. Цветущие экземпляры липы, а также активное семенное возобновление отмечены на вырубках 40-50-летней давности, что свидетельствует о том, что, несмотря на активную эксплуатацию местообитаний в течение последних десятилетий, исчезновение данному виду не угрожает. Тем не менее, старовозрастные экземпляры липы (выше 20 м высотой и более 20 см диаметром) представлены, в основном, единичными деревьями на небольших невырубленных участках в долинных лесах.

В ходе обследования сохранившегося выдела с липой установлено, что он представляет собой участок липового и березово-липового с елью и пихтой леса с доминированием *Carex macroura* общей площадью около 25 га. Липа присутствует во всех ярусах и достигает высоты 20-22 метра при диаметре стволов 20-35 см (максимум 42 см). Рекомендуется ввести полный запрет на рубку в пределах данного выдела, что позволит предотвратить утрату возможно последнего уцелевшего старовозрастного липняка на северном пределе распространения липы в зауральской части ареала. Также необходимо обеспечить охранный режим сохранившимся небольшим участкам со старовозрастными липами, расположенным в основном в долинах рек. Охранять все местообитания липы, где она присутствует только в качестве подроста практически невозможно и нецелесообразно, поскольку липа хорошо возобновляется, в том числе семенным способом.

Отдельные местонахождения отмечены севернее, до с. Цингалы на р. Иртыш [1, 3, 7]. В последние десятилетия, несмотря на неоднократные попытки, обнаружить липу в районе с. Цингалы нам не удалось, и свидетельствами местного населения ее произрастание не подтверждается. Возможно, она встречалась здесь на вершине и по склонам останца на левом берегу р. Иртыш, но исчезла при расчистке площадей под посевы в середине прошлого столетия.

Ранее неизвестное изолированное местонахождение *Tilia cordata* в 200 км от северной границы отмечено на правом берегу р. Обь выше п. Кедровый, в месте впадения р. Охлым (61,5° с.ш.). По свидетельству местного жителя А.М. Калимулина и сотрудника Сургутского ботанического сада Г.М. Кукуричкина здесь, среди темнохвойных пород, произрастают единичные старовозрастные цветущие и плодоносящие деревья высотой 15-16 м, также имеется поросль липы до 2,5 м высотой. Удаленность местонахождения от населенных пунктов свидетельствует в пользу его естественного происхождения.

Достаточно далекому продвижению липы, как и целого ряда других видов, на север вдоль Иртыша и Оби способствует отепляющее влияние этих крупных рек, формирующих специфических микроклимат вдоль русел. Вероятен также занос с паводковыми водами. В целом у северной границы ареала в Западной Сибири, несмотря на значительное сокращение занимаемой площади в результате вырубки, в последние десятилетия наблюдается активное

распространение липы в составе подлеска и второго яруса, вероятно, обусловленное тенденцией глобальных климатических изменений.

Заключение. Восточное (западно-сибирское) крыло ареала *Tilia cordata* расположено в основном в пределах южной тайги и подзоны мелколиственных лесов (подтайги) между 56,5° и 59,5° с.ш. (южная часть ХМАО, Тюменская и, частично, Омская области). Изолированные местонахождения за пределами основного ареала имеются в лесостепи (до 55,2° с.ш.) и средней тайге (до 61,5° с.ш.). В южном направлении существенной динамики ареала липы сердцевидной в последние десятилетия не наблюдается, при этом липа широко используется в озеленении населенных пунктов и, при благоприятных условиях, может уходить из культуры. На северной границе ареала, в бассейне р. Конда, несмотря на масштабные лесозаготовительные работы, сохранились небольшие участки чистых липовых и смешанных лесов. Здесь липа в настоящее время активно распространяется как элемент подлеска и второго яруса темнохвойных и производных от них лесов.

Список литературы

1. Горчаковский П.Л. Реликтовое местонахождение липы мелколистной в лесостепи Тобол-Ишимского междуречья и генезис сибирского крыла ее ареала // Бот. журн., 1964. Т. 49. № 1. С. 7-20.
2. Положий А.В., Крапивкина Э.Д. Реликты третичных широколиственных лесов во флоре Сибири. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1985. 158 с.
3. Крылов П.Н. Флора Западной Сибири. Руководство к определению западносибирских растений (При сотрудничестве Б.К. Шишкина, Л.П. Сергиевской, Л.Ф. Ревердатто, Е.И. Штейнберг и др.). Geraniaceae – Cornaceae. Томск, 1935. Вып. VIII. С. 1819-2088.
4. Власова Н.В. Семейство Tiliaceae – Липовые // Флора Сибири. Т. 10: Geraniaceae – Cornaceae. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1996. С. 65-66.
5. Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2012. 707 с.
6. Горчаковский П.Л. Растения европейских широколиственных лесов на восточном пределе их ареала // Труды Института экологии растений и животных УФ АН СССР. Свердловск: УФ АН СССР, 1968. Вып. 59. 208 с.
7. Хлонов Ю.П. Липы и липняки Западной Сибири (распространение, лесоводственные свойства, типы лесов, искусственные посадки). Новосибирск: Редакционно-издательский отдел СО АН СССР, 1965. 155 с.
8. Валеева Э.И., Глазунов В.А. Роль липы мелколистной (*Tilia cordata*) в формировании мелколиственных и темнохвойных лесов Тарманского комплекса // Проблемы взаимодействия человека и природной среды: Материалы итоговой науч. сессии Ученого совета СО РАН 2001 г. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2002. Вып. 3. С. 116-120.
9. Глазунов В.А. Находки редких, подлежащих охране видов флоры Тюменской области в исследованиях Института проблем освоения Севера СО РАН за период 2002–2012 гг. // Материалы ко второму изданию Красной книги Тюменской области. Тюмень: ООО «ТюменНИИгипрогаз», 2013. С. 71-77.
10. Казанцева М.Н. Встречи редких видов растений на юге Тюменской области // Материалы ко второму изданию Красной книги Тюменской области. Тюмень: ООО «ТюменНИИгипрогаз», 2013. С. 79-83.
11. Самойленко З.А., Шепелева Л.Ф., Гулакова Н.М. Новые местонахождения редких видов растений в Кондинском районе ХМАО // Современные проблемы ботаники, микробиологии и природопользования в Западной Сибири и на сопредельных территориях: материалы Всеросс. науч. конф., посвящ. 10-летию создания кафедры ботаники и экологии растений и кафедры микробиологии СурГУ (г. Сургут, 28-29 мая 2015 г.). Сургут: ИЦ СурГУ, 2015. С. 80-83.
12. Глазунов В.А., Николаенко С.А., Филиппов И.В. Флористические находки в Западной Сибири // Бот. журн. 2016. Т. 101. № 9. С. 1075-1082.
13. Кузьмин И.В. Материалы к распространению охраняемых растений Тюменской области (Западная Сибирь) // Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г. Смидовича. 2019. Вып. 22. С. 73-120.
14. Науменко Н.И. Липа сердцевидная, липа мелколистная // Красная книга Курганской области / Гл. ред. В.Н. Большаков. Курган: Курганский государственный университет, 2012. С. 356.
15. Баранова А.Л. Липа сердцелистная // Красная книга Томской области / Отв. ред. А.М. Адам. Томск: Изд-во «Печатная мануфактура», 2013. С. 258-259.
16. Глазунов В.А., Кукуричкин Г.М. Липа сердцевидная // Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: животные, растения, грибы / Отв. ред. А.М. Васин, А.Л. Васина. Екатеринбург: Изд-во Баско, 2013. С. 156.
17. Зарипов Р.Г., Пашина М.В. Липа сердцевидная // Красная книга Омской области / Отв. ред. Г.Н. Сидоров, Н.В. Пликина. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2015. С. 427.

18. Красников А.А. Липа сердцелистная // Красная книга Новосибирской области: Животные, растения и грибы / Министерство природных ресурсов и экологии Новосибирской области. Новосибирск: Типография Андрея Христолюбова, 2018. С. 446.

19. Казанцева М.Н. Липа сердцевидная // Красная книга Тюменской области: Животные, растения, грибы. / Отв. ред. О.А. Петрова. Изд. 2-е. Кемерово: ООО «Технопринт», 2020. С. 266.

20. Богданова Д.В., Кукуричкин Г.М., Бордей Р.Х. Древесные растения Сургутского ботанического сада // Материалы IV (XII) Междунар. ботанической конф. молодых учёных (Санкт-Петербург, 22-28 апр. 2018 г.). СПб.: БИН РАН, 2022. С. 96.

21. Ильминских Н.Г. Находки растений и грибов, включенных в Красную книгу Тюменской области // Вестник Курганского государственного ун-та. Серия «Естественные науки». 2015. № 1(35). Вып. 7. С. 28-35.

22. Глазунов В.А., Максимова С.Л., Николаенко С.А., Новикова А.А., Петрова О.А., Ситников П.С., Хозяинова Е.Ю., Хозяинова Н.В. Особо охраняемые природные территории Тюменской области. Тюмень: ООО «Принт-Сервис», 2021. 152 с.

23. Хозяинова Н.В., Баянов Е.С., Глазунов В.А. Новые данные о флоре Тобол-Ишимского междуречья // Зыряновские чтения: Материалы Всеросс. науч.-практ. конф. (Курган, 11-12 декабря 2014 г.). Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2014. С. 223-224.

24. Науменко Н.И. Березово-сосновый вейниково-коротконожковый с липой (*Pinus sylvestris* + *Tilia cordata* – *Padus avium* – *Calamagrostis arundinacea* + *Brachypodium pinnatum*) лес // Зеленая книга Сибири: Редкие и нуждающиеся в охране растительные сообщества. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1996. С. 113-115.

25. Особо охраняемые природные территории Курганской области / Под ред. И.Н. Некрасова. Курган: ООО «Полиграфический комбинат «Зауралье», 2014. 188 с.

26. Гулакова Н.М., Самойленко З.А. Новые находки реликтов во флоре Ханты-Мансийского автономного округа // Материалы IV (XII) Междунар. ботанической конф. молодых ученых (Санкт-Петербург, 22-28 апр. 2018 г.). СПб.: БИН РАН, 2018. С. 111.

27. Глазунов В.А., Николаенко С.А., Филиппов И.В. Распространение и охрана *Tilia cordata* (Tiliaceae) на северной границе ареала в Западной Сибири // Сохранение разнообразия растительного мира в ботанических садах: традиции, современность, перспективы: Материалы Междунар. конф., посвящ. 70-летию Центрального сибирского ботанического сада (Новосибирск, 1-8 авг. 2016 г.). Новосибирск: ЦСБС СО РАН, 2016. С. 80-82.

УДК 581.52
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-287-291

ЭФЕМЕРОИДНОЕ РАЗНОТРАВЬЕ СТЕПЕЙ ЮГА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

EPHEMEROID GRASSLANDS OF THE STEPPES SOUTH OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND

Глубшева Т.Н., Чернявских В.И., Думачева Е.В.
Glubsheva T.N., Cherniavskih V.I., Dumacheva E.V.

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»), Белгород, Россия
Belgorod State National Research University (NRU "BelSU"), Belgorod, Russia

E-mail: glubsheva@bsu.edu.ru

Аннотация. Изучены растительные ресурсы эфемероидов разнотравья юга Среднерусской возвышенности. Среди них выделены 18 видов декоративных культур, 8 видов медоносных и пыльценосных растений, 6 видов ранних кормовых культур, 5 видов известны своими ядовитыми качествами, 4 вида характеризуются лечебными свойствами, 2 вида считаются красильными. Составлен список, состоящий из 29 видов, и дана краткая характеристика эфемероидов степей юга Среднерусской возвышенности. Они относятся к 15 родам и 10 семействам. К классу Однодольных относятся 26 видов из 12 родов и 7 семейств. Класс Двудольных включает 3 вида эфемероидов из 3 родов и 3 семейств. Роль эфемероидов связана с увеличением периода активности степи, повышением почвенного плодородия за счет ежегодного отмирания корней и надземной массы, тесной связью с жизнедеятельностью насекомых. Среди степных эфемероидов встречаются луковичные, клубнелуковичные, корневищные и корнезапасающие растения. Биологические особенности таких видов создают угрозу для их существования, поэтому 20 из 29 видов нуждаются в охране. Девять видов внесены в Красную книгу России (2023): *Bellevalia speciose, Bulbocodium versícolor, Iris aphylla, Iris pumla, Fritillaria meleagris, Fritillaria ruthenica, Gagea bulbifera, Pulsatilla patens, Tulipa schrenkii*. Остальные виды внесены в Красные книги Белгородской, Воронежской и Курской областей.

Ключевые слова: растительные ресурсы, разнотравье, эфемероиды, биоразнообразие, степь, юг Среднерусской возвышенности.

Abstract. The plant biological resources of ephemeroids of various grasses in the south of the Central Russian upland have been studied. Among them, 18 species of ornamental crops, 8 species of honey-bearing and pollen-bearing plants, 6 species of early forage crops, 5 species are known for their poisonous qualities, 4 species are characterized by medicinal properties, 2 species are considered dyeing. A list consisting of 29 species has been compiled, and a brief description of the ephemeroids of the steppes of the south of the Central Russian Upland is given. They belong to 15 genera and 10 families. The Monocotyledonous class includes 26 species from 12 genera and 7 families. The Dicotyledonous class includes 3 types of ephemeroids from 3 genera and 3 families. The role of ephemeroids is associated with an increase in the period of activity of the steppe, an increase in soil fertility due to the annual death of roots and aboveground mass, and a close connection with the vital activity of insects. Bulbous, cormaceous, rhizomatous and root-storing plants are found among the steppe ephemeroids. The biological characteristics of such species pose a threat to their existence, so 20 out of 29 species need protection. Nine species are listed in the Red Book of Russia (2023): *Bellevalia speciosa, Bulbocodium versicolor, Iris aphylla, Iris pumla, Fritillaria meleagris, Fritillaria ruthenica, Gagea bulbifera, Pulsatilla patens, Tulipa schrenkii*. The remaining species are listed in the Red Books of the Belgorod, Voronezh and Kursk regions.

Key words: plant biological resources, mixed grasses, ephemeroid, biodiversity, steppe, south of the Central Russian upland.

Введение. Территория Среднерусской возвышенности относится к Восточно-Европейской равнине от широтного отрезка долины реки Оки на севере до Донецкого кряжа на юге, на северо-западе от Смоленско-Московской возвышенности до Окско-Донской возвышенности на востоке. Здесь расположены такие области как Белгородская, Курская, Орловская, Тамбовская, часть Воронежской, а также некоторая часть Украины. Традиционно югом Среднерусской возвышенности считаются Белгородская, Курская и часть Воронежской области. Климат на территории Среднерусской возвышенности умеренный, умеренно континентальный, с довольно мягкой зимой со снегопадами и оттепелями и продолжительным летом, что в итоге определяет почвы и растительность. Почвы здесь – типичные черноземы. На них сформировались северные луговые степи, внутри которых выделяются плакорные, петрофитные, псамофитные [1, 2]. На территории с

интенсивным сельскохозяйственным производством плакорные степи сохранились только на заповедных территориях, небольшие участки степей остались на неудобьях: балках, оврагах, крутых речных склонах. Изучение эфемероидного разнотравья является одним из актуальных направлений в системе сохранения степного фиторазнообразия и актуализации информации по растительным биологическим ресурсам.

Материалы и методы. В статье обобщены данные собственных многолетних маршрутных исследований в период с 2009 по 2023 годы [3-7], проведенные по методике полевых ботанических исследований [8], а также опубликованных материалов по Белгородской, Воронежской и Курской областям [9-12].

Основная часть. Степная растительность включает более 200 видов растений, среди которых особое значение в формировании биоразнообразия имеет эфемероидное разнотравье. К разнотравью, как известно, относятся травянистые растения разнообразных семейств за исключением мятликовых, бобовых и осоковых. Эфемероидами считаются многолетние травянистые растения с ранней ускоренной вегетацией, направленной на оптимальное использование воды и света. В условиях юга Среднерусской возвышенности их вегетация приходится на март-апрель-май и заканчивается отмиранием надземной части. До начала следующей вегетации растение сохраняется в виде подземных запасающих органов. Период вегетации составляет от 2 недель до 2,5 месяцев, в зависимости от погодных условий, и вида растений. Ранневесенняя вегетация требует от эфемероидов повышенной холодостойкости, способности к быстрому росту и развитию при низких температурах, заблаговременной подготовки к цветению [13-17]. Систематический список степных эфемероидов юга Среднерусской возвышенности представлен в *таблице 1*.

Таблица 1

Систематический список степных эфемероидов

№ п/п	Семейство	Вид		Подземные органы	Примечание
эфемероиды					
1.	Безвременни-ковые *Colchiaceae*	брандушка разноцветная	*Bulbocodium versícolor* (Ker-Gawl.) Spreng.	клубнелуковица	декоративное охрана
2.	Лилейные *Liliaceae* Juss.	гусиный лук луковичконосный	*Gagea bulbífera* (Pall.) Salisb.	луковица	медонос, кормовое охрана
3.		гусиный лук краснеющий	*Gagea erubescens* Schult. et. Schult. fil.	луковица	медонос, кормовое
4.		гусиный лук зернистый	*Gagea granulosa* Turcz	луковица	медонос, кормовое
5.		гусиный лук подольский	*Gagea podolica* Schult. et Schult. fil.	луковица	медонос, кормовое
6.		гусиный лук украинский	*Gagea ucrainica* Klokov	луковица	медонос, кормовое
7.		гусиный лук низкий	*Gagea pusilla* (F. Schmidt) Schult. et. Schult. fil.	луковица	медонос, кормовое
8.		рябчик русский	*Fritillaria ruthenica* Wikstr.	клубнелуковица	декоративное охрана
9.		рябчик шахматный	*Fritillaria meleagris* L.	клубнелуковица	декоративное охрана
10.		тюльпан Биберштейна	*Tulipa biebersteiniana* Schult. et Schult. fil.	луковица	декоративное охрана
11.		тюльпан Шренка	*Tulipa schrenkii* Roth	луковица	декоративное охрана
12.		тюльпан поникающий	*Tulipa patens* Agardh ex Schult. et Schult. fil.	луковица	декоративное охрана
13.	Ирисовые *Iridaceae* Juss	ирис карликовый	*Iris pumla* L.	корневище	декоративное охрана

№ п/п	Семейство	Вид		Подземные органы	Примечание
14.		крокус сетчатый	*Crocus reticulatus* Steven ex Adam.	клубнелуковица	декоративное охрана
15.	Гиацинтовые *Hyacinthaceae*	гиацинтик светло-голубой	*Hyacinthella leucophaea* (C. Koch) Schu.	луковица	декоративное охрана
16.		бельвалия красивая	*Bellevalia speciosa* Woronow ex Grossh.	луковица	декоративное охрана
17.		гадючий лук незамеченный	*Muscari neglectum* Guss.	луковица	декоративное охрана
18.		гадючий лук хохлытый	*Muscari comosa* (L.) Mill.	луковица	декоративное охрана
19.	Лютиковые *Ranunculaceae*	адонис волжский	*Adonis wolgensis* Stev.	корневище	декоративное, лекарственное охрана
20.		адонис весенний	*Adonis vernalis* L.	корневище	декоративное, лекарственное охрана
21.		прострел раскрытый, сон-трава	*Pulsatilla patens* (L.) Mill.	корневище	пыльценосное ядовитое, красильное, декоративное охрана
22.		лютик стоповидный	*Ranunculus pedatus* Waldst. et Kit.	корневище	ядовитое
23.		лютик многокорешковый	*Ranunculus polyrhizus* Steph.	корневище	ядовитое
гемиэфемероиды					
24.	Ирисовые *Iridaceae* Juss	ирис безлистный	*Iris aphylla* L.	корневище	охрана декоративное
25.	Гиацинтовые *Hyacinthaceae*	птицемлечник Коха	*Ornithogalum kochii* Parl.	луковица	охрана декоративное лекарственное
26.		птицемлечник Фишера	*Ornithogalum fischerianum* Krasch.	луковица	охрана декоративное лекарственное
27.	Молочайные *Euphorbiaceae* Juss	молочай Сегье	*Euphorbia seguieriana* Neck.	корень	ядовитое, красильное
28.	Норичниковые *Scrophulariaceae* Juss	мытник мохнатоколосый	*Pedicularis dasystachys* Schrenk	корень	ядовитое охрана
29.	Валериановые *Valerianaceae* Batsch.	валериана клубненосная	*Valeriana tuberosa* L.	клубень	медоносное

Эфемероидное разнотравье представлено 29 видами, относящимися к 15 родам и 10 семействам. К классу Однодольных относятся 26 видов растений из 12 родов и 7 семейств, к классу Двудольных – 3 вида растений из 3 родов и 3 семейств. Наиболее многочисленными семействами являются Liliaceae, Hyacinthaceae, Ranunculaceae. Одновидовыми семействами для эфемероидного разнотравья степей юга Среднерусской возвышенности выступают Colchiacea, Euphorbiaceae, Scrophulariaceae, Valerianaceae.

Среди эфемероидов особую группу составляют растения с ранним началом вегетации, ранними сроками цветения (чуть позднее большей части эфемероидов), но заканчивающие вегетацию летом. Их называют гемиэфемероидами. Общая продолжительность надземной вегетации гемиэфемероидов составляет 8-10 недель. Гемиэфемероидами степей юга Среднерусской

возвышенности выступают шесть видов из семейств Iridaceae, Hyacinthaceae, Euphorbiaceae, Scrophulariaceae, Valerianaceae.

Биологический смысл эфемероидов заключается в том, что эти растения проходят следующий жизненный цикл за короткий срок, когда после зимнего периода ещё нет агрессивной конкуренции с другими растениями за свет, воду, территорию. Таким образом, по Раменскому (1938) для них характерен патиентный тип стратегии выживания среди растений, направленный на уход в покой, адаптацию к неблагоприятным условиям перепада температур, включая и отрицательные, повышенной инсоляции. Используя питательные вещества, накопленные в луковицах, корневищах, клубнях, корнях они медленно развиваются под снегом, а затем, пользуясь талой водой, успевают в очень короткие сроки (12-50 дней) приступить к вегетации, расцвести и сформировать плоды и семена. С наступлением засушливого периода надземная часть отмирает, и все остальное время года растение пребывают в виде покоящихся органов.

Несмотря на короткий период вегетации, эфемероиды играют важную роль в создании степного видового богатства и формируют фитомассу травяного яруса, а отмершие надземные и подземные органы обогащают почву питательными веществами. Эфемероиды размножаются семенами. Являясь энтомофилами выступают ранними медоносами. В этом еще одно их экосистемное значение. Таким образом, с эфемероидным разнотравьем начинается вегетация, в жизненную активность степейвовлекается животный мир.

Характерная особенность, общая для всех эфемероидов – наличие подземных запасающих органов, которые обеспечивают растениям покой в зимнее время и ранневесеннее развитие. Среди степных эфемероидов юга Среднерусской возвышенности в покой уходит 15 растений в виде луковиц, 4 растения в виде клубнелуковицы, 7 растений в виде корневища, 1 растение в виде клубня и 2 растения в виде корня.

Как представители коренных типов растительности, эфемероиды чрезвычайно уязвимы к антропогенным нарушениям. Ранние сроки цветения, яркий околоцветник, весенний пал травы, вытаптывание подземных органов при выпасе и прогоне сельскохозяйственных животных приводят к снижению их численности. Такие биологические особенности эфемероидов как длительный период семенного размножения, не всегда благоприятные условия для накопления запасных питательных веществ и, как следствие, периодичность вегетации, создают дополнительные риски существования популяций и снижают степное биоразнообразие. Из 29 рассматриваемых видов 20 нуждаются в охране. Девять видов внесены в Красную книгу России (2023): *Bellevalia speciose, Bulbocodium versícolor, Iris aphylla, Iris pumla, Fritillaria meleagris, Fritillaria ruthenica, Gagea bulbífera, Pulsatilla patens, Tulipa schrenkii* [18]. В Красной книге Белгородской области (2005, 2019) указано 12 степных эфемероидов: *Adonis wolgensis, Adonis vernalis, Bellevalia speciose, Bulbocodium versícolor, Crocus reticulatus, Fritillaria ruthenica, Fritillaria meleagris, Hyacinthella leucophaea, Iris pumla, Iris aphylla, Ornithogalum kochii, Pulsatilla patens, Tulipa biebersteiniana, Tulipa schrenkii, Valeriana tuberosa* [19]. В Красной книге Воронежской области (2018) указано 17 степных эфемероидов: *Adonis wolgensis, Adonis vernalis, Bellevalia speciose, Bulbocodium versícolor, Crocus reticulatus, Fritillaria ruthenica, Fritillaria meleagris, Gagea bulbífera, Hyacinthella leucophaea, Iris pumla, Iris aphylla, Ornithogalum fischerianum, Ornithogalum kochii, Pedicularis dasystachys, Pulsatilla patens, Tulipa biebersteiniana, Tulipa schrenkii* [20]. В Красной книге Курской области области (2017) указано 10 степных эфемероидов. *Adonis vernalis, Bulbocodium versícolor, Fritillaria ruthenica, Fritillaria meleagris, Hyacinthella leucophaea, Iris aphylla, Muscari neglectum, Ornithogalum kochii, Pulsatilla patens, Tulipa biebersteiniana* [21].

Рассматриваемая группа растений имеет важное биоресурсное значение. Среди эфемероидов разнотравья юга Среднерусской возвышенности 18 видов являются красивоцветущими и как декоративные введены в культуру: *Adonis wolgensis, Adonis vernalis, Bellevalia speciose, Bulbocodium versícolor, Crocus reticulatus, Fritillaria ruthenica, Fritillaria meleagris, Hyacinthella leucophaea, Iris pumla, Iris aphylla, Muscari neglectum, Muscari comosa, Ornithogalum kochii, Ornithogalum fischerianum, Pulsatilla patens, Tulipa biebersteiniana, Tulipa schrenkii*. Как медоносные и пыльценосные ценятся 8 видов: *Gagea bulbífera, Gagea erubescens, Gagea granulosa, Gagea podolica, Gagea ucrainica, Gagea pusilla, Pulsatilla patens, Valeriana tuberosa.* Как ранние кормовые культуры очень ценны 6 видов степных эфемероидов: *Gagea bulbífera, Gagea erubescens, Gagea granulosa, Gagea podolica, Gagea ucrainica, Gagea pusilla*. Пять видов синтезируют гликозиды и известны своими ядовитыми качествами: *Pulsatilla patens, Ranunculus pedatus, Ranunculus polyrhizus, Euphorbia Seguieriana, Pedicularis dasystachys, Valeriana tuberosa*. Известны своими лечебными свойствами

четыре вида: *Adonis wolgensis, Adonis vernalis, Ornithogalum kochii, Ornithogalum fischerianum*. Красильными растениями считаются растения *Euphorbia seguieriana, Pulsatilla patens.*

Заключение. Таким образом, на территории юга Среднерусской возвышенности эфемероидное разнотравье представлено 29 видами растений с ранними сроками цветения как коротковегетирующие (эфемероиды) так длинновегетирующие (гемиэфемероиды). Все они имеют большое значение для сохранения биоразнообразия северных луговых степей, а также с точки зрения развития представлений о растительных биологических ресурсах. Дальнейшее изучение экологии, биоморфологических особенностей видов позволит более рационально вести охранную и природопользовательскую деятельность.

Список литературы

1. Грибова А.С., Исаченко Т.И., Лавренко У.М. Растительность Европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. 429 с.
2. Дегтярь А.В., Григорьева О.И., Татаринцев Р.Ю. Экология Белогорья в цифрах: монография. Белгород: КОНСТАНТА, 2016. 122 с.
3. Глубшева Т.Н., Чернявских В.И., Думачева Е.В. Изучение биологических особенностей Ornithogalum Kochii Parl. в условиях культуры в Белгородской области // Пространственно-временные аспекты функционирования биосистем: Сб. материалов XVI Междунар. науч. экологической конф., посвящ. памяти Александра Владимировича Присного / Отв. ред. Ю.А. Присный. 2020. С. 182-185.
4. Глубшева Т.Н., Чернявских В.И. О некоторых особенностях обилия цветущих особей Crocus // Полевой журнал биолога. 2020. Т. 2. № 2. С. 147-163.
5. Glubsheva T.N., Sidelnikov N.I., Cherniavskih V.I., Dumacheva E.V., Grigorenko S.E. Evaluation of the biological and ecological characteristics of plants tulipa biebersteiniana Schult. et Schult. fil. thelocal population of the belgorod region // Journal of Environmental Treatment Techniques. 2020. Vol. 8. P. 1385-1389.
6. Глубшева Т.Н., Чернявских В.И., Думачева Е.В., Сопина Н.А. Морфологическая изменчивость Hyacinthella leucophaea (C. Koch) как представителя степей Белгородской области // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения». Краснодар, 2021. С. 648-651.
7. Глубшева Т.Н. Оценка состояния ценопопуляции Tulipa patens Agardh ex Schult. et Schult. fil. на территории юга Среднерусской возвышенности // Вестник Горского ГАУ. 2021. № 58 (4). С. 61-69.
8. Алехин В.В., Сырейщиков Д.П. Методика полевых ботанических исследований. Вологда: Изд-во Северный печатник, 1926. 144 с.
9. Елиневский А.Г., Радыгина В.И., Чаадаева Н.Н. Растения Белгородской области. М., 2004. 121 с.
10. Полянов А.В. Флора Курской области. Курск: Курский гос. ун-т, 2005. 264 с.
11. Григорьевская А.Я., Прохорова О.В. Сосудистые растения Воронежской области. Воронеж: Воронежский гос. ун-т, 2006. 145 с.
12. Агафонов В.А. Степные, кальцефильные, псаммофильные и галофильные эколого-флорестические комплексы бассейна Среднего Дона: их происхождение и охрана. Воронеж: Воронежский гос. ун-т, 2006. 250 с.
13. Мушинская Н.И., Дорохина О.А. Эфемеры и эфемероиды Донгузской степи // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 1 (57). С. 132-133.
14. Цыренова Д.Ю., Варфоломеева А.С. Флористические особенности эфемероидов Нижнего Приамурья // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2019. № 18. С. 456-458.
15. Домбровская С.С., Конопля Н.И. Биологическое разнообразие эфемеров и эфемероидов и его сохранение в условиях Донбасса // Инновационные направления интеграции науки, образования и производства: Сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф. Керчь, 2023. С. 516-520.
16. Горышина Т.К. Ранневесенние эфемероиды лесостепных дубрав // Исследования по экологии, физиологии и фитоценологии) / Ленингр. гос. ун-т им. А.А. Жданова. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1969. 232 с.
17. Жмылев П.Ю., Алексеев Ю.Е., Карпухина Е.А., Баландин С.А. Биоморфология растений: иллюстрированный словарь. Учебное пособие. 2-е изд. М., 2005. 265 с.
18. Приказ Минприроды России от 23.05.2023 № 320 «Об утверждении Перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации». (Электронный ресурс). URL: https://minjust.consultant.ru/documents/48550 (дата обращения: 18.01.2024).
19. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, лишайники, грибы и животные. 2-е изд. / общ. науч. ред. Ю.А. Присный. Белгород: ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2019. 668 с.
20. Красная книга Воронежской области. Т. 1: Растения. Лишайники. Грибы / Под ред. В.А. Агафонова. Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 2018. 416 с.
21. Красная книга Курской области: редкие и исчезающие виды животных, растений и грибов / Департамент эколог. безопасности и природопользования Курск. обл. Калининград; Курск: ИД РОСТ-ДОАФК. 2017. 380 с.

УДК 581.55
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-292-296

АНТРОПОГЕННАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

ANTHROPOGENIC VEGETATION OF THE STEPPE ZONE OF THE ORENBURG REGION

Голованов Я.М.
Golovanov Ya.M.

Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия
South Ural Botanical Garden-Institute, Ufa Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

E-mail: jaro1986@mail.ru

Аннотация. Приводятся данные о разнообразии антропогенной растительности степной зоны Оренбуржья. Она обладает достаточно высоким разнообразием. Всего было отмечено 54 ассоциации из 15 союзов, 7 порядков и 7 классов (***Sisymbrietea***, ***Artemisietea vulgaris***, ***Polygono arenastri–Poëtea annuae***, ***Eremopyretea tricicei–orientalis***, ***Epilobietea angustifolii***, ***Bidentetea***) антропогенной растительности. На уровне классов они различаются по степени увлажнения, сукцессионной стадии, а также характеру антропогенных нарушений. В качестве предварительных единиц впервые для науки приводятся 9 ассоциаций, а также 3 союза, 1 порядок и класс ***Eremopyretea tricicei–orientalis***, объединяющий эфемерные сообщества антропогенных местообитаний аридной и семиаридной зон Евразии, и являющийся викариантом более мезофитных ценозов вытаптываемых местообитаний класса ***Polygono arenastri–Poëtea annuae***. В 20 ассоциациях ценозообразователями являются инвазионные виды растений, широко расселяющиеся в степной зоне. Сообщества нарушенных местообитаний степной зоны Оренбуржья, имеют ряд специфических черт, отражающихся на различных уровнях синтаксономии: от ассоциаций до союзов и классов. При этом наибольший вклад вносят не только климатические факторы, влияющие на произрастание видов-ценозообразователей, но и наличие подходящих для тех или иных сообществ местообитаний.

Ключевые слова: Оренбургская область, степная зона, антропогенная растительность, синтаксономия.

Abstract. The data on the diversity of anthropogenic vegetation of the steppe zone of the Orenburg region are given. It has a rather high diversity. A total of 54 associations from 15 alliances, 7 orders and 7 classes (***Sisymbrietea***, ***Artemisietea vulgaris***, ***Polygono arenastri–Poëtea annuae***, ***Eremopyretea tricicei–orientalis***, ***Epilobietea angustifolii***, ***Bidentetea***) of anthropogenic vegetation were noted. At the class level, they differ in terms of moisture content, successional stage, and the nature of anthropogenic disturbance. 9 associations, as well as 3 unions, 1 order and class ***Eremopyretea tricicei-orientalis*** are given as preliminary syntaxa for science for the first time. The class ***Eremopyretea tricicei-orientalis*** unites ephemeral communities of anthropogenic habitats of arid and semi-arid zones of Eurasia, and is a vicariant of more mesophytic cenoses of trampled habitats of the class ***Polygono arenastri–Poëtea annuae***. In 20 associations the cenosis-formers are invasive plant species widely spreading in the steppe zone. Anthropogenic communities of the steppe zone of the Orenburg region have a number of specific features, reflected at different levels of syntaxonomy. at different levels of syntaxonomy: from associations to alliances and classes. At the same time, the greatest contribution is made not only by climatic factors influencing the growth of species cenosis-formers, but also by the presence of habitats suitable for certain communities.

Key words: Orenburg region, steppe zone, anthropogenic vegetation, syntaxonomy.

Введение. Антропогенные сообщества являются одним из наиболее характерных типов растительных сообществ, встречающихся в пределах населенных пунктов и их окрестностях. Среди всех регионов Южного Урала антропогенная растительность наиболее детально была изучена в Республике Башкортостан [1-6]. Исследования в сопредельные регионы до настоящего времени носили во многом эпизодический характер. Особенно плохо была изучена антропогенная растительность юга степной области Оренбуржья. Она во многом отличается от основных типов антропогенной растительности, расположенных севернее, как в качественном отношении (бета-разнообразии), так и в богатстве ценофлоры (альфа-разнообразии).

Материалы и методы. Настоящая статья посвящена анализу бета-разнообразия антропогенной растительности степной зоны Оренбуржья, на основании обработки многолетнего массива геоботанических описаний, выполненных с 2015 по 2023 гг. в ходе комплексных экспедиционных выездов. Все описания были включены в электронную базу данных: GIVD id 00-RU-008 [7]. Классификация проведена методом Браун-Бланке [8, 9]. Ряд синтаксонов различного ранга приведен в качестве провизорных единиц.

Результаты исследований и их обсуждение. Продромус антропогенной растительности степной зоны Оренбуржья до уровня ассоциаций представлен ниже.

Продромус антропогенной растительности степной зоны Оренбуржья

Класс ***Sisymbrietea*** Gutte et Hilbig 1975
Порядок ***Sisymbrietalia sophiae*** J. Tx. ex Görs 1966
Союз ***Malvion neglectae*** (Gutte 1972) Hejný 1978
Ассоциация ***Malvetum pusillae*** Morariu 1943
Союз ***Atriplicion*** Passarge 1978
Ассоциация ***Chenopodietum stricti*** (Oberdorfer 1957) Passarge 1964
Ассоциация ***Conyzo canadensis–Lactucetum serriolae*** Lohmeyer in Oberdorfer 1957
Ассоциация ***Ambrosietum trifidae*** Abramova 2011
Ассоциация ***Ivaetum xanthiifoliae*** Fijałkowski 1967
Ассоциация ***Sisymbrietum loeselii*** Gutte 1972
Ассоциация ***Cynodonto dactyli–Atriplicetum tataricae*** Morariu 1943
Ассоциация ***Chenopodio albae–Axyridetum amaranthoidis*** Golovanov ass. nov. prov.
Ассоциация ***Cannabietum ruderalis*** Morariu 1943
Ассоциация ***Descurainietum sophiae*** Passarge 1959
Союз ***Sisymbrion officinalis*** Tx. et al. ex von Rochow 1951
Ассоциация ***Polygono avicularis–Brometum squarrosi*** Golovanov ass. nov. prov.
Ассоциация ***Chorisporo tenellae–Asperugetum procumbentis*** Golovanov ass. nov. prov.
Ассоциация ***Kochio laniflorae–Tribuletum terrestri*** Golovanov ass. nov. prov.
Ассоциация ***Linario-Brometum tectorum*** Knapp 1961
Союз ***Spergulo arvensis–Erodion cicutariae*** J. Tüxen in Passarge 1964
Ассоциация ***Setario pumilae–Echinochloëtum cruris-galli*** Felföldy 1942 corr. Mucina in Mucina et al. 1993
Ассоциация ***Convolvulo arvensis–Amaranthetum retroflexi*** Abramova et Sakhapov in Ishbirdin et al. 1988
Союз ***Eragrostion*** Tx. In Oberd. 1954
Ассоциация ***Kochietum densiflorae*** Gutte et Klotz 1985
Ассоциация ***Eragrostio–Amaranthetum albi*** Morariu 1943

Класс ***Artemisietea vulgaris*** Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951
Порядок ***Onopordetalia acanthii*** Br.-Bl. et Tx. ex Klika et Hadač 1944
Союз ***Onopordion acanthii*** Br.-Bl. et al. 1936
Ассоциация ***Atriplici tataricae–Onopordietum acanthii*** Solomeshch et Sakhapov in Ishbirdin et al. 1988
Ассоциация ***Axyrido-Carduetum nutantis*** Ishbirdin et Solomeshch in Ishbirdin et al. 1988
Ассоциация ***Potentillo argenteae–Artemisietum absinthii*** Faliński 1965
Союз ***Dauco carotae-Melilotion*** Görs ex Rostański et Gutte 1971
Ассоциация ***Carduetum acanthoidis*** Felföldy 1942
Ассоциация ***Dauco carotae–Picridetum hieracioidis*** Görs ex Seybold et Müller 1972
Ассоциация ***Berteroetum incanae*** Sissingh et Tideman ex Sissingh 1950
Ассоциация ***Melilotetum albo-officinalis*** Sissingh 1950
Порядок ***Agropyretalia intermedio-repentis*** T. Müller et Görs 1969
Союз ***Convolvulo arvensis–Agropyrion pectinati*** Golovanov all. nov. prov.
Ассоциация ***Cardarietum drabae*** Tímár 1950
Ассоциация ***Lactuco tataricae–Psathyrostachyetum junceae*** Golovanov et Abramova 2022
Ассоциация ***Agropyro pectinati–Rhaponticetum repentis*** Golovanov ass. nov. prov.
Ассоциация ***Sisymbrietum volgense*** Golovanov et Abramova 2022
Ассоциация ***Convolvulo arvensis–Agropyretum pectinati*** Golovanov 2017
Ассоциация ***Bromo–Grindelietum squarrosae*** Golovanov ass. nov. prov.

Ассоциация ***Falcario vulgaris–Elytrigietum repentis*** Müller et Görs 1969
Союз ***Convolvulo arvensis–Agropyrion repentis*** Görs 1967
Ассоциация ***Melico transsilvanicae–Agropyretum repentis*** Müller in Görs 1966
Ассоциация ***Elytrigio repentis–Ambrosietum trifidae*** Golovanov ass. nov. prov.
Ассоциация ***Elytrigio repentis–Urticetum cannabini*** Golovanov ass. nov. prov.
Ассоциация ***Convolvulo arvensis–Elytrigietum repentis*** Felföldy 1943

Класс ***Polygono arenastri–Poëtea annuae*** Rivas-Martinez 1975 corr. Rivas-Martinez et al. 1991
Порядок ***Polygono arenastri–Poëtalia annuae*** R. Tx. in Gehu et al. 1972 corr. Rivas-Martinez et al. 1991
Союз ***Coronopodo-Polygonion*** Sissingh 1969
Ассоциация ***Polygonetum arenastri*** Gams 1927 corr. Lanikova in Chytry 2009

Класс ***Eremopyretea tricicei–orientalis*** Golovanov class. nov prov
Порядок ***Eremopyretalia tricicei–orientalis*** Golovanov ord. nov prov
Союз ***Lepidio ruderalis–Eremopyrion tricicei*** Golovanov all. nov prov
Ассоциация ***Atriplici tataricae–Eremopyretum tricicei*** Golovanov ass. nov prov
Ассоциация ***Eremopyrietum tricicei*** Golovanov ass. nov. prov
Ассоциация ***Polygono arenastri–Grubovietum sedoidis*** Golovanov ass. nov prov
Союз ***Poo bulbosae–Eremopyrion orientalis*** Golovanov all. nov prov
Ассоциация ***Ceratocarpeto arenarii–Euclidietum syriacae*** Golovanov ass. nov prov
Ассоциация ***Lactuco seriollae–Alyssetum turkestanici*** Golovanov ass. nov prov
Ассоциация ***Ceratocarpetum arenarii*** Golovanov ass. nov prov
Ассоциация ***Alysso turkestanici–Poetum bulbosae*** ass. nov prov
Ассоциация ***Eremopyretum orientalis*** Golovanov ass. nov prov
Ассоциация ***Lepidietum perfoliatae*** Golovanov ass. nov

Класс ***Epilobietea angustifolii*** Tx. et Preising ex von Rochow 1951
Порядок ***Arctio lappae–Artemisietalia vulgaris*** Dengler 2002
Союз ***Arction lappae*** Tx. 1937
Ассоциация ***Leonuro-Urticetum dioicae*** Solomeshch in Ishbirdin et al. 1986
Ассоциация ***Arctietum lappae*** Felföldy 1942
Ассоциация ***Leonuro qunquilobatae–Ballotetum nigrae*** Golovanov ass. nov. prov.
Порядок ***Convolvuletalia sepium*** Tx. ex Moor 1958
Союз ***Senecionion fluviatilis*** Tx. ex Moor 1958
Ассоциация ***Urtico dioicae–Echinocystietum lobatae*** (Bulokhov et Kharin 2008) korr. Bulokhov 2017

Класс ***Bidentetea*** Tx. et al. ex von Rochow 1951
Порядок ***Bidentetalia*** Br.-Bl. et Tx. ex Klika et Hadač 1944
Союз ***Bidention tripartitae*** Nordhagen ex Klika et Hadač 1944
Ассоциация ***Bidentetum tripartitae*** Miljan 1933
Союз ***Chenopodion rubri*** (Tx. in Poli et J. Tx. 1960) Hilbig et Jage 1972
Ассоциация ***Bidentetum frondosae*** Bulokhov et al. 2020
Ассоциация ***Bidenti tripartitae–Ambrosietum trifidae*** Golovanov ass. nov. prov
Ассоциация ***Bidenti frondosae–Atriplicetum prostratae*** Poli et J. Tüxen 1960 corr. Gutermann et Mucina 1993
Ассоциация ***Agrostio stoloniferae–Xanthietum albni*** Panasenko et al. 2015 corr. Bulokhov 2017

Антропогенная растительность степной зоны Оренбуржья обладает достаточно высоким разнообразием. Всего было отмечено 54 ассоциации из 15 союзов, 7 порядков и 7 классов антропогенной растительности.

Наибольшее число ассоциаций характерно для классов ***Sisymbrietea*** и ***Artemisietea vulgaris***. В класс ***Sisymbrietea*** включаются сообщества начальных стадий сукцессии с преобладанием сорных терофитов: *Amaranthus retroflexus, Cannabis ruderalis, Chenopodium album* s.l., *Malva pusilla, Setaria pumila, S. viridis* и др. Подобные ценозы характерны для территорий ферм, свалок, придомовых участков и огородов, а также железнодорожных и

автомобильных путей. К широко распространенным ассоциациям в регионах Южного Урала можно отнести: ***Chenopodietum stricti***, ***Conyzo canadensis–Lactucetum serriolae***, ***Ambrosietum trifidae***, ***Sisymbrietum loeselii***, ***Cynodonto dactyli–Atriplicetum tataricae.*** К степной зоне региона явно тяготеют ассоциации: ***Convolvulo arvensis–Amaranthetum retroflexi***, ***Descurainietum sophiae***, ***Ivaetum xanthiifoliae***, ***Kochietum densiflorae***, ***Setario pumilae–Echinochloëtum cruris-galli.*** Причем ценозы ассоциации ***Ivaetum xanthiifoliae***, сформированные агрессивным инвазионным видом – *Cyclachaena xanthiifolia*, способны занимать большие площади. Специфичными для Оренбуржья являются следующие. В населенных пунктах юга области в зоне распространения песчаных степей широко отмечаются ценозы ассоциаций: ***Kochio laniflorae–Tribuletum terrestri***, ***Linario-Brometum tectorum***, ***Polygono avicularis–Brometum squarrosi***, сложенные сорными видами, предпочитающими легкие субстраты, по обочинам дорог отмечаются сообщества ассоциации ***Eragrostio–Amaranthetum albi***, севернее они отмечаются в основном по железнодорожным путям.

В состав класса ***Artemisietea vulgaris*** входят ценозы дву-, многолетних сорных видов растений более продвинутых стадий сукцессии. Типичными местообитаниями сообществ класса являются: пустыри, городские и сельские дворы, откосы путей сообщений и пр. Их можно отнести к наиболее часто встречающимся антропогенным сообществам населенных пунктов и их окрестностей. Характерными видами класса являются: *Artemisia absinthium*, *Berteroa incana*, *Carduus acanthoides*, *C. nutans*, *Cichorium intybus*, *Echium vulgare*, *Elytrigia repens*, *Lappula squarrosa*, *Linaria vulgaris*, *Melandrium album*, *Melilotus albus*, *M. officinalis* и др. К широко распространенным ассоциациям в регионах Южного Урала можно отнести: ***Carduetum acanthoidis***, ***Convolvulo arvensis–Elytrigietum repentis***, ***Dauco carotae–Picridetum hieracioidis***, ***Melilotetum albo-officinalis***, ***Potentillo argenteae–Artemisietum absinthii***. На уровне ассоциаций к степной зоне тяготеют: ***Atriplici tataricae–Onopordietum acanthii***, ***Berteroetum incanae***, ***Elytrigio repentis–Ambrosietum trifidae***. Специфика антропогенных сообществ класса степной зоны региона выражается в выделении союза ***Convolvulo arvensis–Agropyrion pectinati***. В рамках данной работы он приводится в качестве провизорной единицы. Союз объединяет антропогенные сообщества с преобладанием злаков поздних стадий сукцессии, приуроченные к степной зоне Южного Урала. Они встречаются по откосам железнодорожных и автомобильных дорог, на пустырях и залежах в населенных пунктах. В процессе сукцесионной смены они постепенно переходят в сообщества степей класса ***Festuco-Brometea***, либо ее ингибируют. К характерным видам класса можно отнести: *Agropyron pectinatum, Artemisia austriaca, Atriplex tatarica, Artemisia dracunculus, Cardaria draba, Euphorbia virgata, Falcaria vulgaris, Festuca pseudovina, Lactuca tatarica, Nonea rossica.* Наибольшее разнообразие ценозов союза характерно для степной зоны Оренбуржья. При этом, если в более северных регионах Южного Урала в населенных пунктах преобладали сообщества ассоциации союза ***Convolvulo arvensis–Agropyrion repentis***, то в более аридных условиях наибольшие площади начинают занимать ценозы ассоциации ***Convolvulo arvensis–Agropyretum pectinati***. Характерно присутствие единиц, сформированных инвазионными видами растений: ***Agropyro pectinati–Rhaponticietum repentis***, ***Bromo–Grindelietum squarrosae***, ***Cardarietum drabae***, ***Sisymbrietum volgense***. Подобные ценозы характерны для обочин дорог и пустырей.

В отличие от менее засушливых территорий Южного Урала, антропогенная растительность класса ***Polygono arenastri–Poëtea annuae*** (сообщества однолетних видов растений вытаптываемых местообитаний) значительно обеднена. На широтном градиенте они сменяются на ксерофитные эфемерные ценозы, описанные в качестве провизорного класса ***Eremopyretea tricicei–orientalis***. Это эфемерные сообщества антропогенных местообитаний аридной и семиаридной зон Евразии. Для эфемеров характерен очень короткий онтогенез, приуроченный к наиболее благоприятному ранневесеннему периоду, характеризующемуся оптимальным соотношением тепла и влаги. К диагностическим видам класса можно отнести: *Alyssum turkestanicum*, *Ceratocarpus arenarius*, *Chorispora tenella, Descurainia sophia, Eremopyrum orientale, E. triticeum, Euclidium syriacum, Grubovia sedoides, Lepidium perfoliatum, Poa bulbosa* s. l., *Polygonum patulum, Ranunculus testiculatus.* Ценозы класса обладают достаточно высоким синтаксономическим разнообразием и занимают большие площади около существующих и заброшенных населенных пунктов, по различным антропогенным местообитаниям, а также в местах выпаса скота, существуя длительное время (особенно в зоне полынно-злаковых солонцеватых и песчаных степей) и ингибируя сукцессионные процессы.

Аридность климата накладывает отпечаток и на представленность синтаксонов класса ***Epilobietea angustifolii*** (сообщества многолетних высокорослых видов растений, развивающиеся на богатых питательными веществами антропогенных местообитаниях, а также нарушенных лесных опушках и вырубках в умеренных и бореальных зонах Евразии). Из-за отсутствия подходящих местообитаний в составе класса не отмечены синтаксоны союза ***Aegopodion podagrariae*** Tx. 1967, также снижено число ассоциаций союза ***Senecionion fluviatilis*** Tx. ex Moor 1958. Вероятно, это связано и с климатическими особенностями, так активную в составе вышеназванных союзов играют тенелюбивые мезофиты. Сообщества союза ***Arction lappae*** характерны для пустырей, придомовых территорий, низин и пр.

Нарушенные берега водоемов занимают ценозы класса ***Bidentetea***. Особенно они характерны для мест водопоя скота, где наибольшее распространение получили сообщества ассоциации ***Agrostio stoloniferae–Xanthietum albni***, сформированной инвазионным видом – *Xanthium albinum*, предпочитающим легкие песчаные субстраты. В настоящее время происходит активное расширение ареала ассоциаций ***Bidentetum frondosae*** и ***Bidenti tripartitae–Ambrosietum trifidae*** также сформированными агрессивными инвазионными видами растений.

Заключение. Таким образом, обладая достаточно высоким бета-разнообразием, антропогенные сообщества степной зоны Оренбуржья имеют ряд специфических черт, отражающихся на различных уровнях синтаксономии: от ассоциаций до союзов и классов. При этом наибольший вклад вносят не только климатические факторы, влияющие на произрастание видов-ценозообразователей, но и наличие подходящих для тех или иных сообществ местообитаний.

Работа выполнена по теме «Биоразнообразие природных систем и растительные ресурсы России: оценка состояния и мониторинг динамики, проблемы сохранения, воспроизводства, увеличения и рационального использования» в рамках государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН № 075-03-2022-001 от 14.01.2022 г.

Список литературы

1. Ишбирдин А.Р., Миркин Б.М., Соломещ А.И., Сахапов М.Т. Синтаксономия, экология и динамика рудеральных сообществ Башкирии. Уфа, 1988. 161 с.

2. Рябова Т.Г. Флора и растительность г. Бирска: Автореф. дис… канд. биол. наук. Уфа, 1996. 17 с.

3. Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Растительность города Салавата (Республика Башкортостан). III. Синантропная растительность (классы ***Bidentetea tripartitae, Stellarietea mediae*** и ***Artemisietea vulgaris***) // Растительность России. 2012. № 21. С. 34-65.

4. Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Растительность города Салавата (Республика Башкортостан). IV. Синантропная растительность (классы ***Polygono arenastri-Poëtea annuae, Galio-Urticetea*** и ***Robinietea***) // Растительность России. 2013. № 22. С. 11-20.

5. Голованов Я.М. Новые ассоциации классов синантропной растительности ***Artemisietea vulgaris*** и ***Galio-Urticetea*** в Республике Башкортостан // Растительность России. 2017. № 30. С. 35-54.

6. Голованов Я.М., Биктимерова Г.Я. Новые ассоциации классов антропогенной растительности ***Sisymbrietea*** Gutte et HIlbig 1975 и ***Digitario sanguinalis-Eragrostietea minoris*** Mucina, Lososova et Silc in Mucina et al. 2016 в Республике Башкортостан // Растительность России. 2022. № 44. С. 61-75.

7. Golovanov Ya.M., Abramova L.M. Database of anthropogenic vegetation of the Urals and adjacent territories // BIO Web of Conferences. 2021. Vol. 38. P. 00037. DOI: 10.1051/bioconf/20213800037

8. Westhoff V., Maarel E. van der. The Braun-Blanquet approach. Classification of plant communities / Ed. вy R. H. Whittaker. The Hague. 1978. P. 287-399. DOI: 10.1007/978-94-009-9183-5_9.

9. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde. 3. Aufl. Wien; New York. 1964. 865 S. DOI: 10.1007/978-3-7091-8110-2.

УДК 504.056 (470.43)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-297-304

НУЖНЫ ЛИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ СОКОЛЬИ ГОРЫ? (К ПРОБЛЕМЕ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕГРАДАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ)

DO THE SAMARA REGION NEED SOKOLYI MOUNTAINS? (TO THE PROBLEM OF NATURAL ENVIRONMENT ANTHROPOGENIC DEGRADATION)

Головлёв А.А.
Golovlyov A.A.

Самара, Россия
Samara, Russia

E-mail: progol94@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме антропогенной деградации природной среды Сокольих (Соколовых, или Соковых) гор Самарской области, происходившей на протяжении обозримого исторического периода, и обусловленной ростом численности населения и поступательным хозяйственным освоением территории. Особое внимание обращено на особенности современной деградации природной среды, обусловленной вторжением в пределы неприродоохранной территории Сокольих гор (сопоставимых по числу краснокнижных видов флоры и фауны с заповедными Жигулёвскими горами) вездеходной техники. Охарактеризованы негативные последствия для природной среды Сокольих гор от езды на вездеходной технике (в особенности, на горных велосипедах, кроссовых мотоциклах, квадроциклах). Предложены меры по защите природной среды Сокольих гор от разрушительного антропогенного воздействия.

Ключевые слова: Сокольи горы, природная среда, антропогенная деградация.

Abstract. The article is devoted to the problem of anthropogenic degradation of the natural environment of the Sokolyi (Sokolovi, or Sokovie) Mountains of the Samara region, which occurred during the foreseeable historical period, and caused by population growth and progressive economic development of the territory. Special attention is paid to the features of the modern degradation of the natural environment caused by the intrusion of all-terrain vehicles into the limits of the non-protected territory of Sokolyi Mountains (comparable in number of red book species of flora and fauna with the protected Zhiguli Mountains). The negative consequences for the natural environment of the Sokolyi Mountains from riding all-terrain vehicles (especially mountain bikes, cross-country motorcycles, ATVs) are characterized. Measures to protect the natural environment of the Sokolyi Mountains from destructive anthropogenic impact are proposed.

Key words: Sokolyi Mountains, natural environment, anthropogenic degradation.

Введение. Лесостепная возвышенность, расположенная в левобережной части Самарской области, в междуречье Сок–Самара, и занимающая пространство к востоку от берега Волги (ныне Саратовского водохранилища), издавна называется Сокольими горами.

Тем не менее, в трудах исследователей последней трети XVIII – первой трети XX вв. приводятся разные написания этой возвышенности. Так, в сочинении И.И. Лепехина [1] возвышенность, протянувшаяся по левому берегу Волги от устья р. Сока и почти до Самары, названа Соковскими горами (а их самая высокая часть – Сокольими горами). В сочинениях П.С. Палласа [2] и Б. Лясковского [3] в «Общих сведениях о Самарской губернии» [4] и книге «Двадцатипятилетие Самары…» [5] упоминаются Сокольи горы. П.А. Ососков [6-8] интересующую нас левобережную лесостепную возвышенность называет то Сокольими, то Соколиными (Соколовыми) горами. Позднее П.А. Ососков с соавторами [9] упоминают Соколовы (Сокольи) горы, А.Ф. Флеров [10] и Г.Н. Высоцкий [11] – Соковы горы, С.С.Неуструев, Л.И. Прасолов [12] и Н.С. Щербиновский [13] – Сокольи горы, К.П. Головкин [14] – Соколовы (Сокольи, Соколиные) горы, П.А. Преображенский [15] – Соколовы (Соковы) горы, А.Ф. Терехов [16] – Соковы горы, Е.В. Милановский [17] – Сокольи горы. В позднейшее время окончательно закрепилось официальное название Сокольи горы.

Физико-географические границы Сокольих гор до сих пор точно не определены. Согласно И.И. Лепехину [1], хребет Соковских гор простирается от левого берега Сока вдоль лугового берега Волги почти до г. Самары. Б. Лясковский [3] под Сокольими горами понимал плоское возвышенное пространство, расположенное между устьями Кинеля, Сока и Самары,

полого снижающееся на юг и восток, круто падающее на север и почти отвесно на запад, к берегу Волги. По мнению Б. Лясковского, кряж Сокольих гор начинался верстах в двух выше г. Самары, у скалы Вислый Камень, и протягивался на север по левому берегу Волги до устья р. Сок. Об этом же сообщается и в «Общих сведениях о Самарской губернии» [4]. П.А. Ососков [6] писал о том, что Сокольи горы протянулись вдоль берега Волги на север, начиная от Студёного оврага (стало быть, в понимании этого автора до Вислого Камня Сокольи горы не доходили). П.А. Ососков с соавторами [9] указали на общность геологического строения Сокольих и Жигулёвских гор. В коллективной монографии «Природа Куйбышевской области» [18] гора Тип-Тяв (282,2 м), считающаяся в настоящее время высшей точкой Сокольих гор, была отнесена к Сокским горам. По утверждению авторов монографии, горная гряда Сокольих гор начинается на севере от вершины Тип-Тява и оканчивается на юге Лысой горой.

К.П. Головкин [14] считал, что южной границей скалистых Сокольих гор служат крутая и обрывистая Лысая гора и Студёный овраг.

Пространство, заключённое между низовьями Сока и Самары, А.С. Захаров [19] почти целиком относил к Сокольим горам. Они протянулись с юго-запада на северо-восток по левому берегу Сока, начиная от Саратовского водохранилища и до верховьев р. Падовки[1]. В центральной части Сокольих гор А.С. Захаров [19] выделял неширокое волнистое плато с довольно крутым северным склоном, обращённым в сторону Сока, и более пологим южным, выходящим к долине Самары. Поверхность плато расчленена густой овражно-балочной сетью. Характеризуя памятник природы «Лысая гора в устье Студеного оврага», В.В. Ерофеев [20] указал, что Лысая гора – ближайшая к г. Самаре (то есть самая южная) точка Сокольих гор, которые от берега Волги простираются на северо-восток не до истоков Падовки, а почти до с. Сергиевска.

Таким образом, можно заключить, что западной границей Сокольих гор является левый берег Волги (Саратовского водохранилища), а северной границей – левый берег Сока. Утверждением о том, что северной границей Сокольих гор служит гора Тип-Тяв, относящаяся к Сокским горам, можно пренебречь, в силу его очевидной абсурдности. В качестве южной точки Сокольих гор одни авторы называют Вислый Камень (невдалеке от нынешнего Постникова оврага), другие – Лысую гору и Студёный овраг. Наиболее сложным и неопределённым является вопрос, связанный с установлением естественной восточной границы Сокольих гор, которая от берега Волги проводится либо до устьев Кинеля, Сока и Самары, либо до истоков Падовки или почти до с. Сергиевска. В любом случае, при решении вопроса о физико-географических границах и пространственной размещённости Сокольих гор, возникает необходимость осуществления сопряжённого анализа тектонической, геологической и геоморфологической структуры территории для определения её генетической целостности. В настоящей статье рассматриваются в основном «каркасные» территории, образующие орографическое «ядро» Сокольих гор: наиболее высокая лесная возвышенность с вершиной Тип-Тяв и крутыми западными степными склонами; возвышенный лесной массив с командной горой Кузнецова (236,1 м), который отделяется от самой высокой точки Сокольих гор Угольным бараком[2]; субмеридиональная прибрежная лесная возвышенность с крутыми степными (и часто обрывистыми) склонами западной и смежной экспозиции, называемая Сорочинскими горами[3], и отчётливее всего выраженная в рельефе на пространстве между Коптевым и Студёным оврагами. Обозначим, в хронологической последовательности, выявленные нами факты и события в истории взаимоотношений человека и природы на указанных выше «каркасных» и близлежащих территориях.

Судя по всему, в XVIII в. Сокольи горы являлись глухим и безлюдным уголком Среднего Поволжья и не испытывали какое-либо заметное антропогенное воздействие. На картах периода 1800-1860-х гг. в пределах Сокольих гор обнаруживается лишь один населённый пункт: в верховье Студёного оврага, на его левой стороне, обозначен хутор Сорокин (который назывался ещё Дмитриевкой, или Димитриевским). В долине Сока (на его левом берегу, к северу от подножия Сокольих гор) показана деревня Семейкина (она же Старая Семейкина). В лесу, вблизи восточной границы Сокольих гор, отмечена деревня Новая Семейкина. Наконец,

[1] Крайней северо-восточной точкой Сокольих гор А.С. Захаров [19] считал гору (с высотной отметкой 240 м), которая возвышается между селениями Шилан и Чубовка. Кроме того, к Сокольим горам А.С. Захаров относил Царёв курган, расположенный на правом берегу Сока вблизи его устья.

[2] Барак (буерак, враг) – синонимы оврага, широко использовавшиеся в старину.

[3] По названию близлежащих Сорокиных хуторов.

приблизительно на том месте, где ныне находится посёлок Мехзавод (вблизи от южной границы Сокольих гор), обозначен безымянный хутор. Кроме этих населённых пунктов, незначительных по численности жителей, вся остальная территория Сокольих гор, включая прилегающее к ним пространство, были безлюдными. Совсем не случайно, что столь отдалённые от г. Самары пустынные места в 40-х гг. XIX в. «облюбовали» христианские отшельники, увлечённые лжепророком. Согласно П.В. Алабину [5], эти отшельники обосновались в Коптевом овраге, на самом берегу Волги, где оборудовали землянки, изготовили для себя гробы, и, облачившись в белые саваны, в молитвах, покаянии и постясь, ждали конца света.

Б. Лясковский [3], ссылаясь на рассказы самарских старожилов, писал о том, что примерно в 20-е гг. XIX в. все Сокольи горы покрывались густыми лесами, вплоть до г.Самары, которые подступали к нему с севера и востока. К 1860 г. в пределах городской дачи от некогда обширных лесов сохранились только небольшие рощи, и то благодаря тому, что рощи эти стали владениями купцов и мещан, устроивших в них пчельники и сады. Кроме того, Б. Лясковский указывал, что по Волге, в глубоких оврагах Сокольих гор, произрастал мелкорослый дубовый и ильмовый лес, и что на их северо-восточном склоне располагалась казенная лесная дача, почти исключительно состоявшая из дубов среднего возраста.

На картах и в печатных изданиях более позднего царского времени указываются ещё крошечные населённые пункты, локализованные в южной полосе Сокольих гор: хутор Суровцева (он находился немного южнее хутора Сорокина, в лесном урочище Мазин Угол), хутор Балахонцева, или Крутые Ключи (в лесу, к юго-востоку от хутора Сорокина и к востоку от хутора Суровцева), хутор Сергеева (чуть севернее от хутора Сорокина) и хутор Головина (к северо-востоку от хутора Сергеева). По свидетельству Н.С. Щербиновского [13], в 1916 г. в окрестностях Сорокиных хуторов располагались хутор Н.И. Головнина, дом лесника, дачи В.М. Казакова, Н.И. Сергеева и Филиппова, а чуть дальше на север – Постниковские кумысные дойки и степное пастбище.

Характеризуя конец царского и начало советского времени, К.П. Головкин [14] сообщал, что в глубине Сокольих гор существовали хутора Санин и Кашин, пчельники Герасимова, бывший Анисимова и бывший Старкова. В Коптевом овраге находилась сторожка и несколько построек имелось в каменоломнях. В восточной части Сокольих гор, в 15-16 верстах от г. Самары по Семейкинскому (теперь Московскому) шоссе, К.П. Головкин указал Кавский хутор (хутор бывшего самарского нотариуса дворянина А.В. Кавского), Тишинский хутор (хутор дворянина, садовода, пчеловода и цветовода П.Н. Тишинского) и небольшой хутор Канденкова, рядом с которым располагался питомник казённого лесничества. Немногочисленные жители хуторов, находившихся в Сокольих горах, разводили сады, держали пчёл и сеяли хлеб, и на окружающую природную среду оказывали незначительное очаговое воздействие.

Единичные факты, связанные с лечебно-курортным и охотничье-промысловым освоением Сокольих гор, фиксируются в краеведческой литературе, начиная с периода 70-х гг. XIX в. В частности, доктор Н.В. Постников [21] арендовал на длительный срок земельный участок в 900 десятин (включавший естественные степные пастбища для дойных кобылиц), на котором в 1873 г. основал «Дальний кумыс» – отделение своего знаменитого кумысолечебного заведения. «Дальний кумыс» (он же хутор Постникова) размещался на территории современного посёлка Мехзавод. Память о постниковских пастбищах для дойных кобылиц сохранилась в настоящее время в названиях садовых некоммерческих товариществ (Нижние Дойки, Малые Дойки), показанных на картах между Волжским и Красноглинским шоссе. Из статьи П.Ж. [22] мы узнаём о том, что в урочище Красная Глинка в 70-е гг. XIX в. располагались песчаные гривы (поросшие дубами и тальником), и на них прилетали ранние вальдшнепы. Превосходные ильмени, богатые рыбой, наполнялись разнообразной промысловой пернатой дичью (бекасы, гаршнепы, кряквы, дупеля и др.). На Красной Глинке служил караульщик Удельного ведомства, запрещавший охоту на песчаных гривах и в ильменях лицам без протекции. Теперь ни песчаных грив, ни ильменей нет и в помине – всё затоплено Саратовским водохранилищем, а его побережье в основном застроено частными зданиями.

В начале XX в. в южной приволжской ветви Сокольих гор, близ Лысой горы (в урочище, известном ныне как Печка), была построена бутылкообразная кирпичная печь для обжига известняка (в народе её называют «башней Ротмана»), а рядом с ней возник карьер для добычи

карбонатного сырья. Можно предположить, что обжиговая печь Г.Б. Ротмана стала первым промышленным предприятием в пределах Сокольих гор[4].

Отрывочные сведения о состоянии природной среды Сокольих гор содержатся в статье А.Ф. Флерова [10], который осмотрел их прибрежные склоны на отрезке от устья Сока до Коптева оврага. По его мнению, Сокольи горы подобны Жигулёвским горам (такие же овраги, открытые известняковые склоны, обнажения). А.Ф. Флеров наблюдал в Сокольих горах немногочисленные тогда (в 1905 г.) нарушения природной среды от деятельности человека: поруби, на которых встречались многие виды сорных трав.

По сообщению П.А. Преображенского [15], во время Великой (Первой мировой) войны было принято решение о строительстве в Коптевом овраге большого порохового завода. Для этого расширили дно оврага, по которому проложили дорогу, а на одном из склонов возвели подпорную каменную стену[5]. Когда война закончилась, строительные работы прекратились, и местность приняла характер запустения. Т.В. Филанова с соавторами [24] уточняют, что постановление о строительстве 5-го Самарского порохового завода император Николай II утвердил 15 июня 1916 г. В период с 1916 по 1918 гг. в Коптевом овраге возводились следующие объекты: речная пристань; дорога от пристани к месту заложения порохового завода и посёлка (до 20 кирпичных и деревянных флигелей) для рабочих, служащих и инженеров; складские помещения; кирпичный завод; обжиговая известковая печь. В распоряжении строителей имелись каменоломня, лесные угодья и лесопилка. Посёлок, возникший в царское время на правом берегу Коптева оврага для строителей порохового завода, в довоенное советское время разросся в Управленческий городок (ныне посёлок Управленческий) сначала в связи с подготовкой к строительству Куйбышевского гидроузла, а затем вследствие перемещения в посёлок промышленных предприятий, эвакуированных в годы Великой Отечественной войны.

В.В. Ерофеев, Е.А. Чубачкин [25] сообщают, что первоначально строительство гидроэлектростанции на Волге планировалось в створе Жигулёвских Ворот. Поэтому с 1 января 1938 г. в Самарлаг стали прибывать новые заключённые, которых расселяли в спецлагерях. Лагеря расположились на левом берегу Волги близ устья Сока, в посёлках Красная Глинка и Южный, селениях Старосемейкино и Новосемейкино. Благодаря заключённым, к 1940 г. были построены железная дорога Безымянка - Красная Глинка и пристанская ветка железной дороги, и началась добыча ископаемого сырья в карьерах Старая жила, Сокский и Царёв курган. Промышленное освоение Сокольих гор привело к техногенным нарушениям рельефа и литогенной основы природного комплекса.

По свидетельству П.А. Преображенского [15], на Красной Глинке в середине 20-х гг. XX в. уже существовал дачный посёлок, расположившийся невдалеке от пристани (выше красноглинистой осыпи, на неширокой равнине у подошвы гор). Дачные участки (примерно по ¼ десятины каждый) были нарезаны по трём параллельным просекам, проложенным в лесах вдоль берега Волги. Теперь на месте бывших дачных участков располагается завод «Электрощит». Ниже дачного посёлка Красная Глинка находился покрытый лесом Угольный барак, правая сторона которого в настоящее время занята селитебной застройкой (жилые многоэтажные здания, частные дома, магазины, школа и прочие объекты в районе Батайской улицы. На левой стороне и в днище бывшего оврага ныне находятся храм Святителя Алексия, автостанция, кафе, рынок, стадион «Энергия» и другие объекты. На западных склонах массива Тип-Тяв, где почти 100 лет назад П.А. Преображенский [15] наблюдал полосу лугов, местами поросших лесом и кустарником, в наше время находятся садоводческие участки, закрытые (не действующие) карьеры, надземная часть штольневого холодильника, железная и автомобильная дороги.

П.А. Преображенский обратил внимание на происходившее истребление лесов на горных склонах. По этому поводу он писал: «Еще недавно Соколовы горы все были одеты лесом; древесные корни скрепляли почву вершин. В последние годы много леса вырублено. По местам видны на склонах гор спуски для бревен. Обнаженные от леса вершины подвергаются усиленному выветриванию и осыпаются» [15, с. 26].

---

[4] Густав Богданович Ротман в 1901 г. основал в Самаре завод по производству силикатного кирпича (18 рабочих, паровой двигатель в 48 лошадиных сил, годовой оборот капитала – 40 тыс. руб.) [23].

[5] Высокая каменная стена и доныне сохранилась на правобережном склоне Коптева оврага. Мимо неё зигзагообразная («винтовая») грунтовая дорога спускается со стороны нынешнего пос. Управленческого в Коптев овраг и далее выходит к его устью (где в прошлом существовала речная пристань).

Е.В. Милановский установил, что Самарская Лука и Сокольи горы составляют в тектоническом отношении единое целое и по структуре «…имеют характер крупного резко асимметричного брахиантиклинального поднятия, вытянутого длинной осью в широтном направлении» [17, с. 167]. Этот же автор упомянул об интенсивном развитии в Сокольих горах гипсового карста и о добыче нижнепермских гипсов в окрестностях с. Царевщина (Алебастровый овраг) и пос. Красная Глинка (Гипсовый овраг).

Колоссальное антропогенное давление испытали Сокольи горы в послевоенное советское время в связи с разработкой карбонатного сырья в Усть-Сокском (Сокском или Западном) карьере. За десятилетия добычи сырья на северном склоне Сокольих гор образовалась гигантская антропогенная выемка в рельефе, которая теперь постепенно засыпается отвалами, привозимыми из соседнего эксплуатируемого карьера. Для того, чтобы Усть-Сокский карьер бесперебойно функционировал, в лесах Сокольих гор были прорублены просеки, по ним проложены грунтовые дороги и ЛЭП. До сих пор в глуши лесов, на старых, заросших просеках, как и на полянах антропогенного происхождения, можно встретить покосившиеся от ветхости столбы и бетонные опоры бывших ЛЭП.

В глубине недр Сокольих гор были пробиты многокилометровые штольни, часть которых в советское время использовалась для складирования стратегического запаса продовольствия (так называемый Красноглинский подземный холодильник).

На полого-равнинных пространствах Сокольих гор и их ближайшего окружения в советское и постсоветское время в пределах современного городского округа Самара сформировались крупные внутригородские посёлки Красная Глинка, Управленческий и Мехзавод, а также посёлки Сорокины хутора, Горелый хутор, Красный Пахарь, Озерки. Возникли большие дачные посёлки (дачные и садовые некоммерческие товарищества), а в Красноярском районе – относительно крупные населённые пункты Новосемейкино и Старосемейкино. Если в конце царского времени в Сокольих горах и на их периферии проживало 3-4 сотни чел.[6], то в настоящее время, по оценочным данным автора статьи, проживает порядка 100 000 чел. Функционируют крупные промышленные предприятия (двигателестроительная компания «ОДК-Кузнецов», заводы «Электрощит», «Салют» и по производству безалкогольных напитков, Сокское карьероуправление и др.). Сокольи горы теперь пересекают автомобильные магистрали (шоссе по ул. Демократической, Красноглинское, Волжское и Московское шоссе) и улицы посёлков. В некогда глухих и безлюдных возвышенно-лесных частях Сокольих гор проложены грунтовые автодороги и тропы. Транспортная доступность Сокольих гор и их природная привлекательность привели в конце советского времени и в постсоветское время к ежегодному массовому неорганизованному наплыву туристов в тёплый сезон года.

Начало современной антропогенной деградации природной среды Сокольих гор, вызванной всевозрастающим туристско-рекреационным освоением их территории, мы относим к постсоветскому времени. Развитие неорганизованного пешеходного туризма (маршруты «выходного дня», как правило, осуществляются по субботам, воскресеньям и праздничным дням, в отпускное и каникулярное время) в Сокольих горах достигло невиданных прежде масштабов. Массовое вторжение рекреантов в указанные периоды в Сокольи горы негативно отражается на состоянии их природной среды, приводит к стрессовым явлениям в живой природе. Перечислим основные виды воздействия на природную среду, связанные с неорганизованным пешеходным туризмом: очаговая и линейная замусоренность на туристических стоянках, в местах проведения пикников, вдоль троп и просёлочных дорог (кострища; бытовой мусор, в особенности, из пластика и стекла); вытаптывание послелесных полян и степных склонов, приводящее к гибели растений и насекомых и активизации процессов водной и тропинчатой эрозии; сбор цветов на букеты (в результате которого нарушаются популяции краснокнижных видов растений, в частности, сон-травы); вырубка деревьев и кустарников для обустройства стоянок; нанесение краской рисунков и меток на стволах деревьев и скалах; создание повышенного шумового фона; антропогенные (лесные и степные) пожары[7].

[6] Если к жителям крошечных хуторов, лежавших в глубине Сокольих гор, прибавить жителей деревни Старое Семейкино и селения Новое Семейкино, находившихся на их северной границе, то в таком случае общая численность населения в Сокольих горах увеличится примерно до 2 500 чел.

[7] Не так давно вследствие антропогенного пожара на западном склоне горы Кузнецова выгорел участок старовозрастного соснового древостоя с краснокнижным лазурником трёхлопастным в подлеске.

В пределах Сокольих гор и на их периферии существуют несанкционированные свалки строительно-бытового мусора. Так, некоторые правобережные притоки Коптева оврага, от истока до устья, полностью заполнены гигантскими свалками жителей пос. Управленческого, образовавшимися за многие десятилетия. Студёный овраг на отрезке между улицей Демократической и дачным посёлком «Сатурн» ныне перегорожен плотиной из строительного мусора. В ряде мест можно лицезреть «оригинальное» явление, как на свалках или рядом с ними произрастают краснокнижные растения Самарской области (в частности, ветреничка алтайская и страусник обыкновенный).

Однако в настоящее время самое губительное воздействие на природную среду Сокольих гор оказывает не туристско-рекреационная деятельность и связанное с ней замусоривание территории, а вездеходный транспорт (горные велосипеды, мотоциклы, квадроциклы и автомобили). Все эти виды транспорта беспрепятственно передвигаются по грунтовым дорогам и полянам Сокольих гор. Более того, специально для них по водоразделу Сокольих гор в лесах окрестностей г. Тип-Тяв была проложена грунтовая дорога (часть которой прошла по линии прежней малохоженной тропы). В результате невиданного доселе вторжения автотранспорта в Сокольи горы под реальной угрозой уничтожения оказались такие краснокнижные животные Самарской области как усач альпийский, жук-олень, красотелы пахучий и бронзовый, уж водяной, полоз узорчатый, дыбка степная. Раздавленных колёсами особей некоторых видов этих животных автор статьи неоднократно наблюдал на грунтовых дорогах и тропах в Сокольих горах. Под колёсами вездеходной техники погибают и такие краснокнижные растения Самарской области, как лазурник трёхлопастной, пыльцеголовник красный и дремлик тёмно-красный, произрастающие в Сокольих горах по обочинам просёлочных дорог и троп.

Особенно вредоносными для природной среды Сокольих гор стали мотоциклы и горные велосипеды. Помимо грунтовых дорог, мотоциклисты и велосипедисты быстро «освоили» глухие лесные тропы, по которым раньше мало кто ходил. Для проезда этих транспортных средств в ряде мест были подрезаны крутые горные склоны и сооружены древесные настилы и трамплины. Наибольший и непоправимый вред для природной среды Сокольих гор в наше время наносят горные велосипеды, на которых любители острых ощущений скатываются по весьма крутым степным каменистым и скалистым склонам, на которых произрастают многие виды краснокнижных растений и обитают многие виды краснокнижных животных Самарской области. Такие склоны известны у ботаников как каменистые горные степи – уникальные сообщества, сформировавшиеся на участках древнего рельефа и заключающие большое число краснокнижных видов.

Казалось бы, в силу значительной крутизны и скалистости, каменистые склоны с уникальной степной флорой должны быть недосягаемы для разрушительных действий со стороны человека. Однако эти склоны, обращённые к Саратовскому водохранилищу, буквально стираются и выворачиваются колёсами горных велосипедов и спортивных мотоциклов. Больше всего пострадали левобережный склон Тип-Тявского оврага (мы называем этот склон Дыбковым, поскольку на нём обитает дыбка степная), на котором обнаружено много видов краснокнижных растений (в том числе, скабиоза исетская, хвойник двухколосковый, касатик низкий, астрагал Цингера, клаусия солнцелюбивая, чабрец жигулёвский, бурачок ленский) и ещё один безымянный ступенчато-скалистый известняковый склон с краснокнижными видами растений (костенцом постенным в скальных нишах, чабрецом жигулёвским, бурачком ленским, касатиком низким между скалами или около них).

По-существу, Сокольи горы превращены в гигантский нелегальный полигон для езды на вездеходной технике. Своеобразным апофеозом превосходства разрушителей природы Сокольих гор стали изрешеченные пулями информационные щиты-указатели памятника природы Самарской области «Сокольи горы и берег Волги между Студеным и Коптевым оврагами» и памятника природы Самарской области «Древостой дуба» (щит-указатель которого неудачно устроен на фоне кленовых, а не дубовых деревьев), расположенного немного южнее Студёного оврага. Названные выше щиты-указатели памятников природы хулиганы использовали как мишени для прицельной стрельбы из мелкокалиберного оружия. Щит-указатель памятника природы Самарской области «Лысая гора в устье Студеного оврага», в своё время установленный на вершине Лысой горы, ныне бесследно исчез. Также канул в Лету и щит-указатель памятника природы «Сокольи горы и берег Волги между Студеным и Коптевым оврагами», стоявший на самом берегу Саратовского водохранилища невдалеке от «башни Ротмана».

Автор настоящей статьи стал регулярно посещать Сокольи горы, во все сезоны года, с конца 90-х гг. XX в. (вначале как турист, а затем и как исследователь природы). С тех пор в Сокольих горах было проведено 365 однодневных пешеходных маршрутов. Поэтому мы можем наглядно представить картину постоянно усиливающейся, за почти четвертьвековой период, антропогенной деградации природной среды Сокольих гор.

В связи с этим, мы уже кратко высказывались о необходимости организации на территории Сокольих гор, наиболее ценной по представленности редких видов флоры и фауны, природоохранного пространства [26]. В апреле 2023 г. заслуженный эколог Самарской области, д. б. н., профессор кафедры экологии, ботаники и охраны природы Самарского университета Н.В. Прохорова и к. б. н., доцент той же кафедры Ю.В. Макарова, а также автор данных строк, направили письмо в министерство лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области. В письме высказывалась просьба обратить внимание на недопустимую ситуацию, которая сложилась в Сокольих горах в связи с техногенным прессингом на природную среду. В нём же излагалась мысль о необходимости канализировать неорганизованный туризм в цивилизованное русло посредством повсеместного внедрения экологического туризма, а наиболее ценные участки Сокольих гор наделить природоохранным статусом (в виде филиала Жигулёвского заповедника). Суть ответа, состоявшего из сплошных ссылок на Федеральные законы, заключалась в том, что областное министерство не компетентно решать обозначенные в письме вопросы. Поэтому письмо перенаправили в департамент городского хозяйства и экологии Администрации городского округа Самара, откуда пришли такие же отписки, как и из областного министерства. Получается, что Сокольи горы не нужны не только толпам «горе-туристов», которые захламляют территорию и оставляют после себя пожарища, не только техногенным варварам, давящим всё то, что попадает под колёса их вездеходной техники, но и статусным самарским чиновникам. Поэтому возникает вопрос: а нужны ли Сокольи горы Самарской области?

Сравнивая Сокольи горы с родственными в физико-географическом отношении Жигулёвскими горами, констатируем, что первые из них совершенно беззащитны от пагубного воздействия со стороны человека, а вторые взяты под охрану в пределах заповедника и национального парка. В тоже время Сокольи горы, как часть территории городского округа Самара, легкодоступны для бесконтрольного посещения туристами и рекреантами и, будучи по факту бесхозными, подвержены антропогенному давлению, нарастающему изо дня в день. Поскольку Сокольи горы и Жигулёвские горы, по сути, являются разделёнными руслом Волги частями единого целого в ландшафтном смысле, то и отношение к ним в деле заповедования и охраны должно быть одинаковым.

В понимании проблемы антропогенной деградации природной среды Сокольих гор, наблюдаемой в наше время, существует два подхода. Первый подход предполагает игнорирование происходящих в природной среде негативных изменений. Такой подход приведёт к ускорению антропогенной деградации природной среды, и как следствие, через несколько десятилетий Самарская область будет иметь донельзя обезображенные (эродированные, обезлесенные и замусоренные) Сокольи горы, лишённые исконной естественной красоты и привлекательности, с подорванным биоразнообразием.

Второй подход предполагает задействовать непопулярные для населения меры: запретить проезд в ненаселённые лесные и степные районы Сокольих гор велосипедов, мотоциклов, квадроциклов и всевозможных автомобилей; ликвидировать в Сокольих горах неорганизованный туризм и организовать вместо него экологический туризм (для развития которого подготовить гидов-проводников и необходимую инфраструктуру); и, наконец, перевести в разряд охраняемых самые ценные в научном, учебном, культурно-воспитательном и образовательном отношении природные территории Сокольих гор.

Несмотря на серьёзный ущерб, причинённый Сокольим горам нерациональной деятельностью человека в прошлом и настоящем, полагаем, что можно ещё попытаться сохранить оставшееся не тронутым природное наследие, и при умелом государственно-частном партнёрстве хотя бы отчасти восстановить техногенно-нарушенные природные комплексы и, в целом, превратить эти горы в природную и рекреационную жемчужину Среднего Поволжья. Нет сомнения, что при разумном подходе в Сокольих горах можно добиться баланса во взаимоотношениях между природной средой и обществом, когда оптимальное сочетание таких показателей, как охрана ценных природных территорий и массовое развитие экологического туризма, станет объективной реальностью.

Список литературы

1. Дневные записки путешествия доктора и академии наук адъюнкта Ивана Лепехина по разным провинциям Российского государства, 1768 и 1769 году. В Санкт-Петербурге при Императорской Академии Наук, 1771 году. 556 с.

2. Паллас П.С. Путешествие по разным провинциям Российской империи. Ч. 1. В Санкт-Петербурге при Императорской Академии Наук 1773 года. 657 с.

3. Лясковский Б. Материалы для статистического описания Самарской губернии. Санкт-Петербург, 1860. 96 с.

4. Общие сведения о Самарской губернии // XXXVI. Самарская губерния. Список населенных мест Самарской губернии по сведениям 1859 года / Издан Центральным статистическим комитетом Министерства внутренних дел. Обработан старшим редактором А. Артемьевым. Санктпетербург, 1864. С. V-XL.

5. Двадцатипятилетие Самары, как губернского города (Историко-статистический очерк) / П.В. Алабин; Издание Самарского статистического комитета. Самара: Губернская типография, 1877. 744 с.

6. Ососков П.А. Геологический очерк окрестностей г. Самары // Адрес-календарь Самарской губернии на 1886 год. Приложения. Самара: Губернская типография, 1885. С. 183-228.

7. Ососков П.А. О возрасте яруса пестрых мергелей и об отношении его к брахиоподовому горизонту цехштейна. Самара: Типография Г.В. Сербулова, 1888. 45 с.

8. Известняк, которым мостят улицы города Самары, и Жигулевские горы. Три публичных лекции, прочитанные преподавателем Реального училища П.А. Ососковым в Самаре в 1892 г. в пользу пострадавших от неурожая крестьян Самарской губернии и бедных города Самары (Февраля 23, Марта 1 и 7). Самара: Типо-Литография Н.А. Жданова, 1892. 129 с.

9. Ососков П.А., Коростелев Н.А., Гаврилов Н.Г., Сырнев И.Н. Среднее и Нижнее Поволжье и Заволжье // Россия. Полное географическое описание нашего отечества. Т. 6 / Под ред. В.П. Семенова. С.-Петербург: Издание А.Ф. Девриена, 1901. 599 с.

10. Флеров А.Ф. Очерк растительности Жигулевских гор // Землеведение. 1905. Кн. 1-2. С. 141-166.

11. Высоцкий Г.Н. О лесорастительных условиях района Самарского удельного округа: почвенно-ботанико-лесоводственный очерк. Ч. 2. Санкт-Петербург: Типография Санкт-Петербургского градоначальства, 1909. 462 с.

12. Неуструев С.С., Прасолов Л.И. Самарский уезд. Почвенно-географический очерк // Материалы для оценки земель Самарской губернии. Естественно-историческая часть. Т. V. Самара: Типография Губернского Земства, 1911. 385 с.

13. Щербиновский Н.С. Дневники самарской природы 1916 года / Самарский губернский отдел народного образования. Самара: Типография № 2 Самарского губернского совета народного хозяйства, 1919. 146 с.

14. Классика самарского краеведения. Антология. Вып. 3. Головкин К.П. Самара в конце XVIII - начале XX вв. (краеведческая картотека) / К.П. Головкин; сост.: Г.В. Галыгина, Э.Л. Дубман, П.С. Кабытов; под науч. ред. П.С. Кабытова и Э.Л. Дубмана. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2007. 432 с.

15. Преображенский П.А. Поездка по Волге. Самара - Царевщина - Ширяево (для экскурсантов) // Вся Самара и губерния на 1926 г.: Адресно-справочная книга / под ред. П.А. Преображенского, П.А. Агрикова. Самара: Самарское общество археологии, истории, этнографии и естествознания, 1926. С. 15-42.

16. Терехов А.Ф. Определитель весенних растений Среднего Поволжья. М.-Самара: Государственное изд-во, Средневолжское краевое отделение, 1930. 200 с.

17. Милановский Е.В. Очерк геологии Среднего и Нижнего Поволжья. М.-Л.: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной промышленности, 1940. 303 с.

18. Природа Куйбышевской области / отв. ред. А.Г. Никифоров. Куйбышев: Куйбышевское государственное издательство, 1951. 407 с.

19. Захаров А.С. Рельеф Куйбышевской области: Пособие по краеведению / Под ред. А.В. Тупишина. Куйбышев: Куйбышевское книжное издательство, 1971. 87 с.

20. «Зелёная книга» Поволжья: Охраняемые природные территории Самарской области / Сост. А.С. Захаров, М.С. Горелов. Самара: Кн. изд-во, 1995. 352 с.

21. Постников Н.В. О кумысе, его свойствах и действии на человеческий организм. Самара: Губернская типография, 1873. 138 с.

22. П.Ж. Очерки охоты в окрестностях г. Самары // Журнал охоты. 1877. Т. VII. № 5. С. 18-26[8].

23. Фабрики и заводы всей России. Сведения о 31,523 фабриках и заводах. Киев: Книгоиздательство Товарищества Л.М. Фиш, 1913. 1687 с.

24. Филанова Т.В., Филиппов В.Д., Екатеринская А.В. Поселок Управленческий: история и рекреационный потенциал // Innovative project. 2019. Т. 4. № 10. С. 56-67.

25. Ерофеев В.В., Чубачкин Е.А. Самарская губерния – край родной. Т. I. Самара: Изд-во «Книга», 2008.304 С.

26. Головлёв А.А. Предложение об организации заповедной территории в Сокольих горах // Проблемы развития предприятий: теория и практика: Материалы 14-й Международной научно-практической конференции. 12-13 ноября 2015 г. В 3 ч. Ч. 3 / Отв. ред. С.И. Ашмарина. Самарский государственный экономический университет и др., 2015. С. 153-155.

[8] П.Ж. – псевдоним Павла Валериановича Жадовского.

УДК 911.52(470.324)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-305-310

К ВОПРОСУ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

TO THE PROBLEM OF MAPPING STEPPE LANDSCAPES IN THE VORONEZH REGION

Горбунов А.С., Быковская О.П.
Gorbunov A.S., Bykovskaya O.P.

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия
Voronezh State University, Voronezh, Russia

E-mail: gorbunov.ol@mail.ru

Аннотация. За более чем столетнюю историю изучения степей в Воронежской области так и не была создана карта степной растительности. Для этого существовали как объективные причины – технические и методические сложности геоботанического картографирования крупного региона, так и субъективные – заметный исследовательский перекос в сторону изучения флоры в ущерб изучения растительности.

На основе данных дистанционного зондирования сверхвысокого разрешения, материалов землеустройства, ландшафтной карты региона авторами была создана карта ареала степного ландшафта Воронежской области с дифференциацией на зонально-климатические, литологические и геоморфологические варианты.

Проведенное исследование позволило установить общую площадь степных геосистем в области, различия в распространении по подзонам, физико-географическим районам, основным элементам рельефа. В числе основных факторов, предопределяющих современный ареал степного ландшафта, выступают распространение склонового типа местности и изменение режима грунтового увлажнения территории.

Анализ картографического материала показал, что в современных условиях по территории Среднерусской возвышенности степи проникают на север, в то время как по Окско-Донской равнине леса распространяются на юг, что опровергает теорию прямой вертикальной дифференциации равнинных ландшафтов. Экспозиционные различия в распространении степей подтверждают идею предварения зональной растительности на склонах соответствующих экспозиций.

Ключевые слова: степной ландшафт, ландшафтная карта, Воронежская область.

Abstract. For more than a century of steppe studies in the Voronezh region, a map of steppe vegetation has not been created. There were both objective reasons for this – technical and methodological difficulties of geobotanical mapping of a large region, and subjective reasons – a noticeable research bias towards the study of flora to the detriment of the study of vegetation.

On the basis of ultra-high resolution remote sensing data, land management materials, landscape map of the region, the authors created a map of the steppe landscapes of the Voronezh region with differentiation into zonal-climatic, lithological and geomorphological variants.

The study allowed to establish the total area of steppe geosystems in the region, differences in distribution by subzones, physiographic regions, and main relief elements. Among the main factors predetermining the modern area of the steppe landscape are the spread of slope landtype association ass and changes in the regime of soil moistening of the territory.

The analysis of cartographic material has shown that in modern conditions steppes penetrate northward across the Srednerusskaya Upland, while forests spread southward across the Oksko-Donskaya Plain, which refutes the theory of direct vertical differentiation of plains landscapes. The expositional differences in the distribution of steppes confirm the idea of predating zonal vegetation on the slopes of the corresponding exposures.

Key words: steppe landscape, landscape map, Voronezh region.

Введение. Воронежская область интересный в природном отношении регион, располагающийся на стыке двух природных зон (лесостепной и степной), трех подзон (северной степи, типичной и южной лесостепи) и трех физико-географических провинций (степной и лесостепной Среднерусской возвышенности, лесостепной Окско-Донской равнины). По территории проходит климатический раздел влияния западного переноса и Азиатского максимума (ось Воейкова), границы максимального оледенения Русской равнины и морских бассейнов разных эпох. Область пересекает долина Дона, выступающая важным ландшафтным рубежом лесостепи, здесь же расположена крупнейшая в Европе флювиогляциальная гряда –

Воронежский оз. Важное ландшафтообразующее значение имеют покровные лессовидные суглинки, мело-мергельные породы, глинистая морена, аллювиальные и флювиогляциальные пески.

Разнообразие факторов формирования ландшафтов и значительная антропогенная трансформация предопределили высокую контрастность современных геосистем, среди которых ведущую роль играют степные ландшафты. Они являются наиболее изученными, особенно в части геоботанического и флористического анализа, где за более чем столетнюю историю исследований накоплен обширный теоретический и фактический материал.

Тем не менее, несмотря на большое количество работ, в исследовании степей остается нерешенным целый ряд задач, среди которых:

– инвентаризация и систематизация степных ландшафтов;

– оценка ландшафтно-экологического состояния степей;

– определение стадий развития и закономерностей функционирования степных геосистем;

– установление факторов, предопределяющих развитие степных ландшафтов, и в особенности их редких и реликтовых элементов флоры;

– определение роли пространственной конфигурации ландшафтов в сохранении степных геосистем.

Решению этих задач во многом может способствовать карта степей региона, которая позволит обобщить результаты многолетних полевых исследований разных авторов, выявить недостаточно обследованные степные территории, получить новые сведения о пространственных закономерностях распространения степных ландшафтов, установить связи степного разнообразия с ландшафтообразующими факторами.

Материалы и методы. В качестве исходной основы для создания карты степей региона выступали карты землепользования хозяйств, снимки сверхвысокого разрешения Maxar, реализованные через платформы Google, Yandex, Bing и ландшафтная карта Воронежской области, созданная сотрудниками кафедры физической географии и оптимизации ландшафта Воронежского государственного университета. Содержательная часть карты включает в себя зональные, литологические и геоморфологические варианты степей, соответствующие геосистемам ранга местности (*рисунок 1*). Термин «степь» трактуется авторами в широком смысле и включает в себя не только травянистые фитоценозы, но и связанные с ними сообщества с участием кустарников, полукустарников, кустарничков и полукустарничков.

Зональные варианты степных ландшафтов выделяются по доминирующим видам степного разнотравья и злаков. К ним относятся луговые разнотравные и злаково-разнотравные степи подзоны типичной лесостепи Окско-Донской равнины и Среднерусской возвышенности, луговые разнотравно-ковыльные степи южной лесостепи Среднерусской и Калачской возвышенностей и настоящие ковыльные степи подзоны северной степи Среднерусской возвышенности. Некоторые геоботанические различия зональных вариантов степных ландшафтов приведены в *таблице 1*.

Таблица 1

Различия между разнотравными, разнотравно-злаковыми и злаковыми степями [1, с добавлениями авторов]

Показатели	Разнотравные степи	Разнотравно-злаковые степи	Злаковые степи
Общее проективное покрытие, %	90-100	70-90	60-80
Преобладающие жизненные формы злаков	Корневищные	Дерновинные	Дерновинные
Участие злаков в сене, %	35-45	50-60	90 и больше
Число видов на 1 аре	90-100	40-60	30-60
Число видов на 1 м²	40-45	20-25	10-12

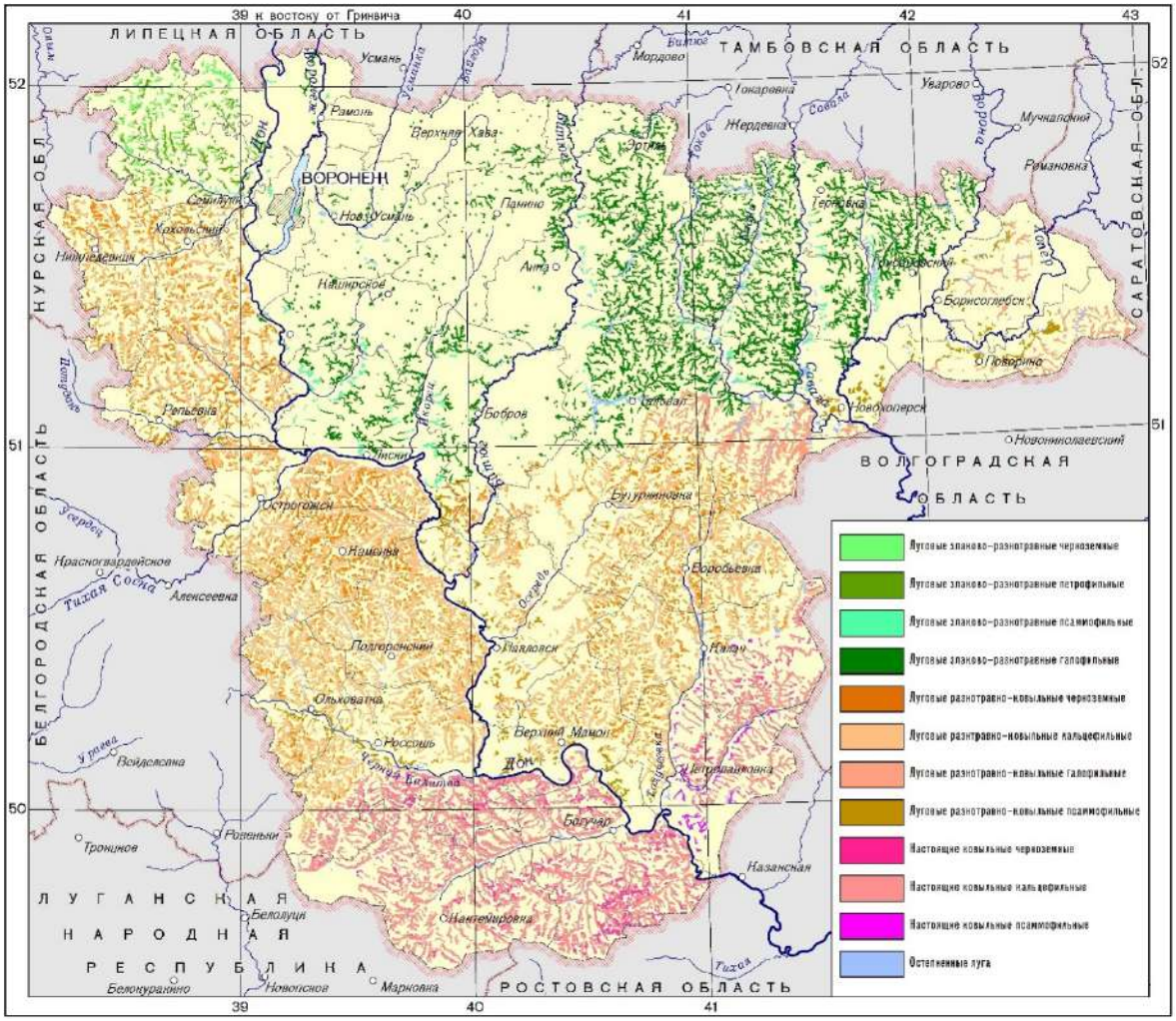


Рисунок 1. Варианты степных ландшафтов Воронежской области.

В основе выделения *литологических вариантов степей* лежат различия почвообразующих горных пород, предопределяющих специфику водно-геохимического режима ландшафтов. По литологическим признакам степи делятся на черноземные (суглинистые), кальцефильные (мело-мергельные), петрофильные (известняковые, песчаниковые), псаммофильные (песчаные) и галофильные (глинистые).

Геоморфологические варианты степных ландшафтов обособляются по элементам рельефа, формирующим характер сноса и аккумуляции вещества, направленность почвообразовательных процессов, специфику зональных черт. На этом основании степи дифференцируются на водораздельные, склоновые, надпойменно-террасовые и пойменные.

Результаты и их обсуждение. Анализ карты степных ландшафтов Воронежской области показал, что степи в регионе занимают площадь 6106,5 км², что составляет 11,7% площади. Они включают в себя коренные степные ландшафты – территории, никогда не подвергавшиеся распашке и находящиеся в разной стадии антропогенной трансформации, и залежные степные ландшафты – земли, выведенные из сельскохозяйственного оборота, на которых в настоящее время наблюдается восстановление степного травостоя.

На территориях с интенсивным сельскохозяйственным использованием степные ландшафты сохранились преимущественно на участках мало пригодных для распашки, а именно на крутых склонах долинно-балочной сети. В связи с этим основные особенности распространения степей всецело предопределены распространением склонов.

Так, в пределах Среднерусской возвышенности, где доля склоновых ландшафтов достигает 50%, на степи приходится 16,4% площади, в то время как на Окско-Донской равнине эти показатели заметно меньше 29,4% и 5,8% соответственно *(таблица 2)*.

Таблица 2

Распределение степных ландшафтов по основным морфоструктурам и формам рельефа Воронежской области [2]

	Окско-Донская равнина		Среднерусская возвышенность		Калачская возвышенность	
	Площадь степей, км²	Доля от площади морфостр., %	Площадь степей км²	Доля от площади морфостр., %	Площадь степей км²	Доля от площади морфостр., %
Водоразделы	364,8	1,63	691,2	3,89	371,8	3,14
Склоны	699,7	3,13	2368,1	13,33	1029,9	8,69
Надпойменные террасы	117,5	0,52	40,1	0,23	79,0	0,67
Поймы	80,3	0,36	51,3	0,29	210,4	1,78
Итого	1262,3	5,64	3150,7	17,74	1691,1	14,28

Наряду с расчлененностью рельефа важным фактором распространения степей является изменение режима грунтового увлажнения. Особенно четко это проявляется на Окско-Донской равнине, где доля степных ландшафтов изменяется от 1% на переувлажненных землях юго-запада территории и до 9% на дренированном юго-востоке. При этом примечательно, что влияние зонально-климатических факторов на ареал степей в условиях высокой антропогенизации территории практически не прослеживается.

Распространение степей и проблема высотной дифференциации равнинных ландшафтов. С конца XIX века в науке устоялось мнение, что плоский рельеф является благоприятным условием для распространения степей, в то время как эрозионное расчленение и более грубый механический состав почв способствует развитию лесной растительности. Это отмечали П.А. Костычев [3], А.Н. Краснов [4], Г.И. Танфильев [5], а впоследствии Е.М. Лавренко и А.В. Прозоровский [6], Ф.Н. Мильков [7]. Последний назвал такое явление прямой вертикальной дифференциацией ландшафтов [8]. Картографирование степных ландшафтов региона позволило нам сделать абсолютно противоположные выводы. Доля степных ландшафтов на Среднерусской возвышенности в два с половиной раза выше, чем на Окско-Донской равнине, в их структуре больше южных элементы флоры, меньше луговых видов. Ковыли, как доминанты фитоценозов, продвигаются на север исключительно по возвышенным территориям. Не в пользу прямой вертикальной дифференциации говорит и лесистость (7,2% на возвышенности против 12,4% на равнине) и это очевидно, поскольку сохранившиеся леса тяготеют к долинам рек, а их площадь на равнине явно больше. Вполне возможно, приведенные примеры, опирающиеся на современные данные, были бы не столь показательными для доагрикультурного периода, но вполне очевиден тот факт, что по территории возвышенности южные элементы флоры продвигаются дальше на север чем по территории низменной равнины.

Распространение степей и проблема установления границ степной и лесостепной зон. Граница лесостепной и степной зон в пределах Воронежской области до сих пор является объектом дискуссии. В геоботанической литературе и на картах растительности ее проводят вблизи 51°с.ш., по линии Лиски – Новохоперск. Севернее границы должны господствовать луговые степи и остепненные луга, южнее – настоящие (дерновинно-злаковые) степи. Но если между Калачской возвышенностью и Окско-Донской равниной этот раздел еще как-то можно обосновать (например, по участию ковылей в структуре сообществ, севернее их практически нет в числе доминирующих видов), то на Среднерусской возвышенности это сделать проблематично. Луговые степи с одинаковой периодичностью встречаются по обеим сторонам от границы, в то же время настоящие дерновинно-злаковые степи в их классическом понимании имеют фрагментарное распространение, только на самом юге области.

Дискуссионность геоботанической границы степной и лесостепной зон предсказуема. Она предопределена как объективными факторами (сведением естественных ландшафтов на водоразделах и сложностью установления реальной природной обстановки в дохозяйственное время), так и субъективными причинами – проблемой флористического разграничения между настоящей богаторазнотравно-ковыльной степью и луговой разнотравно-злаковой (которая, впрочем, также может быть богаторазнотравно-ковыльной). Допущение близких формулировок

и неопределенность критериев деления степей, особенно в части соотношения видов, высокая антропогенизация территории и недоучет роли лесных ландшафтов создают основные проблемы в установлении границ зон. Обращая на это внимание, Ф.Н. Мильков предложил в качестве основного критерия проведения границы использовать факт наличия на водоразделах лесных ландшафтов. На основании этого граница лесостепи в Воронежской области была им сдвинута на 70-80 км к югу. При этом сам Ф.Н. Мильков допускал, что это не окончательный вариант [8]. Проведенные нами расчеты в значительной мере подтверждают точку зрения Ф.Н. Милькова. Лесистость водораздельных пространств севернее рубежа составляет 6,5%, а южнее только 0,35%, разница почти в 20 раз.

В пользу лесостепного характера большей части Воронежской области говорит структурно-морфологическая организация хорошо сохранившихся естественных комплексов. Примером может служить долина малой реки Пыховки на востоке региона – редкий образец ненарушенного южно-лесостепного ландшафта, в котором на долю антропогенных геосистем, в частности пашни и искусственных водоемов, приходится немногим менее 5% площади. Можно предположить, что здесь наблюдается близкое к оптимальному соотношение степных (60% площади), лесных (30%) и луговых (5%) ландшафтов, характерное в прошлом для большей части подзоны. Располагаясь на 30-40 км южнее геоботанической границы степи, ландшафт наглядно демонстрирует дискуссионность ее проведения. Вряд ли какой-либо исследователь, попав в этот район, назовет его степным. Хорошее экологическое состояние лесов, положение их на склонах южных и юго-восточных экспозиций, доминирование луговых степей, наличие выщелоченных черноземов, стабильность динамических взаимодействий в системе лес-степь – все это свидетельствует о лесостепном типе ландшафтогенеза и еще раз доказывает правоту точки зрения Ф.Н. Милькова [9].

Распространении степей и правило предварения В.В. Алехина. Сопряженный анализ карты ареала степных ландшафтов и модели экспозиции склонов, в целом подтверждает правило предварения В.В. Алехина [10] – площадь степей на склонах южных экспозиций на 30% выше, чем на склонах северных экспозиций. Однако аналогичные результаты дает и анализ ареала лесных ландшафтов (склоны южных экспозиций более облесены, чем склоны северных экспозиций), что уже не укладывается в указанную теорию. Объяснить такое несоответствие можно разным уровнем антропогенной трансформации склоновых ландшафтов. Склоны южных экспозиций более крутые и расчлененные со скальными выходами коренных горных пород и сильно смытыми и щебнистыми почвами. Они мало пригодны для сельскохозяйственного использования и сохраняют естественный облик ландшафтов. В отличие от них склоны северных экспозиций положе, выполнены толщей делювиальных суглинков, покрыты черноземными почвы и зачастую распаханы. Соответственно и площади сохранившихся естественных лесостепных ландшафтов на них заметно меньше.

Выводы. Таким образом, анализ карты ареала степей Воронежской области показал:

– площадь степных геосистем в регионе составляет 6106,5 км², или 11,7% площади территории, что превосходит участие всех других эколого-стабилизирующих ландшафтов (лесных – 10,6%, луговых – 7,3% и аквально-болотных – 2,2%);

– в области наблюдается пространственная асимметрия в распространении степей, на Среднерусской и Калачской возвышенностях их доля составляет 16,4%, на Окско-Донской равнине – 5,8%;

– основным фактором, предопределяющим неравномерное распространение степей в регионе, является ареал склонового типа местности;

– на Окско-Донской равнине наблюдаются заметные внутрирайонные различия участия в структуре территории степного ландшафта, что связано с изменениями режимов грунтового увлажнения;

– явление прямой вертикальной дифференциации равнинных ландшафтов, при котором возвышенные территории являются проводниками на юг северного ландшафта, а низменные на север южного в современных условиях не подтверждается;

– экспозиционные различия в распространении степного ландшафта в целом соответствуют правилу предварения В.В. Алехина.

Список литературы

1. Камышев Н.С., Хмелев К.Ф. Растительный покров Воронежской области и его охрана. Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 1976. 184 с.

2. Горбунов А.С., Бевз В.Н., Быковская О.П., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. Степные ландшафты в экологическом каркасе Воронежской области // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. 2020. Т. 23 (71). С. 22-27. DOI: 10.33814/MAK-2020-23-71-22-27.

3. Костычев П.А. Связь между почвами и некоторыми растительными формациями // Труды VIII съезда естествоиспытателей и врачей в 1889 г. 1890. С. 37-60.

4. Краснов А.Н. Ботанико-географический очерк Полтавской губернии // Материалы к оценке земель Полтавской губернии. Естественно-историческая часть. СПб, 1894. Вып. 16. С. 371-513.

5. Танфильев Г.И. Ботанико-географические исследования в степной полосе // Труды экспедиции, снаряженной Лесным департаментов, под руководством проф. Докучаева. СПб., 1898. Т. 2. Вып. 2. С. 1-133.

6. Лавренко Е.М., Прозоровский А.В. Растительность Европейской части СССР // Почвы СССР. М.-Л., 1939. С. 101-156.

7. Мильков Ф.Н. О явлении вертикальной дифференциации ландшафтов на Русской равнине // Вопросы географии. 1947. Сб. 3. С. 87-102.

8. Мильков Ф.Н. Ландшафтная география: Избранные труды. Воронеж: Истоки, 2018. 382 с.

9. Горбунов А.С., Бевз В.Н., Быковская О.П., Григорьевская А.Я. Долина реки Пыховка // Региональные ландшафтные исследования. Воронеж, 2016. Вып. 1. С. 136-146.

10. Алехин В.В. Растительность СССР в основных зонах. М.: Советская наука, 1951. 512 с.

УДК 581.553
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-311-317

ПРИБРЕЖНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ВОДОЁМА ДЕЕД-ХУЛСУН В ПУСТЫННОЙ ЗОНЕ КАЛМЫКИИ

COASTAL VEGETATION OF THE DEED-HULSUN RESERVOIR IN THE DESERT ZONE OF KALMYKIA

Горяев И.А.[1], Уланова С.С.[2]
Goryaev I.A., Ulanova S.S.

[1]Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия,
[2]БНУ РК «Институт комплексных исследований аридных территорий», Элиста, Россия
[1]Komarov Botanical institute RAS, Saint-Petersburg, Russia
[2]The Institute of Complex Research of Arid Areas, Elista, Russia

E-mail: [1]goriaev.arslan@yandex.ru, [2]svetaulanova@yandex.ru

Аннотация. Экотонная система водоёма Деед-Хулсун находится в пустынной зоне и приурочена к Даванскому ландшафтному району Приергенинско-Сарпинско-Даванской подобласти Прикаспийской области. Растительность экотонной системы водоёма представлена 8 формациями: полукустарничковыми (Artemisieta santonicae, Halocnemeta strobilacei, Halimioneta verruciferae); однолетнесолянковыми (Petrosimonieta oppositifoliae, Suaedeta salsae, Salicornieta perrenantis); кустарниковыми (Tamariceta ramosissimae); злаковыми (Phragmiceta australis). Формации описаны по пяти экотонным (амфибиальный, флуктуационный, динамический, дистантный, маргинальный) блокам водоёма от берега до водораздела.

Ключевые слова: экотонные системы, формация, Деед-Хулсун, Прикаспийская низменность, Калмыкия.

Abstract. The ecotone system of the Deed-Hulsun reservoir is located in a desert zone and is confined to the Davan landscape area of the Priergeninsk-Sarpinsko-Davan subdistrict of the Caspian region. The vegetation of the ecotone system of the reservoir is represented by 8 formations: dwarf semishrubs (Artemisia santonica, Halocnemeta strobilacei, Halimioneta verruciferae); annuals (Petrosimonieta oppositifoliae, Suaedeta salsae, Salicornieta perrenantis); shrubs (Tamariceta ramosissimae); cereals (Phragmiceta australis). The formations are described by five ecotonic (amphibious, fluctuation, dynamic, distant, marginal) blocks of the reservoir from the shore to the watershed.

Key words: ecotones system, formation, Deed-Hulsun, Caspian lowland, Kalmykia.

Искусственные водоемы аридной зоны относятся к сложным и динамичным водным объектам. Для них характерны значительные колебания уровня в осенне-летний период, что обусловлено особенностями аридного климата, и равнинным характером окружающих ландшафтов их водосбора.

Уникальное биологическое разнообразие, возникающее на пространстве контакта воды и суши, становится возможным благодаря увеличению количества экологических ниш. В условиях высокой аридности территории Калмыкии и разреженности пустынно-степных ландшафтов, масштабы «краевого эффекта» хорошо заметны в экотонных системах побережий водоемов и потому они являются важными ландшафтными резерватами сохранения степной и пустынной биоты.

Экотоны искусственных водоёмов Калмыкии служат опорными элементами регионального экологического каркаса территории: на водоёмах Маныч-Гудило, Ханата, Сарпа, Чограй, Состинские озера, Деед-Хулсун созданы заказники федерального и республиканского значения [1].

В связи с этим, целью работы было описание растительности экотонных систем на побережье водохранилища Деед-Хулсун, являющегося одним из наиболее значимых объектов для водохозяйственного комплекса Калмыкии.

Водоём Деед-Хулсун – водохранилище долинного типа, расположенное в устье реки Яшкуль. Приурочено к Даванскому ландшафтному району Приергенинско-Сарпинско-Даванской подобласти Прикаспийской области и находится в пустынной зоне. Основное питание водохранилища – вода, поступающая по каналам Черноземельской оросительно-обводнительной системы из Чограйского водохранилища, а также за счет вод реки Яшкуль [1, 2].

Геоботанические описания экотонных систем, выполнены во время долговременных (2012-2023 гг.) исследований отделом экологии Института комплексных исследований аридных территорий Республики Калмыкия. Изучение экотонной системы «вода-суша» выполнялись согласно разработанной методике для аридных территорий [1]. Данная методика сочетает наземные исследования с геоинформационными технологиями. Согласно экотонной концепции В.С. Залетаева [3], были выделены 6 основных блоков: аквальный – акватория, с глубинами более 1,5-2,5 м (лишённая макрофитов); амфибиальный – литораль с периодическим обсыханием в период сработки вод водоёмов, флуктуационный – ежегодно заливаемый участок побережья; динамический – заливаемый не ежегодно, в годы максимального половодья; дистантный – незаливаемая территория, но испытывающая воздействие неглубоко (до 3-5 м) залегающих грунтовых вод, и маргинальный – воздействие водоёма передаётся через микроклимат предыдущих блоков. Названия видов растений приведены по С.К. Черепанову [4].

Полевые исследования проводились во время вегетационного периода с апреля по октябрь. Геоботанические описания (250) выполнялись стандартным методом [5]. Классификация создана эколого-фитоценотическим доминантно-детерминантным методом [6]. На побережьях водохранилищ прокладывали топоэкологические профили от уреза воды до водораздела. В пределах каждого блока отбирались грунтовые воды на минерализацию [1].

Топоэкологические профиля находились на разных участках водохранилища: в центральной части (точка 1), в приплотинной части (точка 2) и в зоне выклинивания подпора (точка 3) *(рисунок 1)*.



Рисунок 1. Расположение ключевых участков на водохранилище Деед-Хулсун. Фрагмент космического сканерного изображения с ИСЗ «Landsat-8» (камера OLI-TIRS) от 29.09.2023 г.

Анализ данных полевых наблюдений за последние шесть лет показал, что минерализация поверхностных вод в приплотинной зоне водоема Деед-Хулсун увеличилась в весенний период с 13,72 г/л (2018 г.) до 15,73 г/л (2022 г.). В 2023 году минерализация поверхностных вод снизилась практически в два раза и составила 7,28 г/л. В зоне выклинивания подпора минерализация поверхностных вод была выше, чем у плотины и составила 9,4 г/л. Тип засоления

поверхностных вод – натриево-сульфатно-хлоридный. Грунтовые воды в экотонной зоне залегали на глубине от 1,4 м до 2,5 м. Минерализация грунтовых вод по мере удаления от уреза воды увеличивается (от 14,09 г/л в 1 скважине до 18,09 г/л во второй скважине). Тип засоления грунтовых вод – натриево-сульфатно-хлоридный на всем протяжении профиля. Согласно материалам космической съемки, площадь водохранилища Деед-Хулсун на 16 мая 2023 г. составила 12,44 км^2 (ИСЗ «Landsat-8», камера OLI-TIRS, синтез каналов 5,4,3).

Флора и частично растительность прибрежной полосы водоёма обсуждалась в ряде работ [1, 7-12]. Впервые формационный анализ экотонов водоемов Калмыкии, и в том числе водохранилища Деед-Хулсун, был выполнен в работе Улановой С.С. [1]. В данной работе впервые дается классификация растительности экотонов и более конкретное, приуроченное только к данному водоему, описание формаций.

Формационный состав растительности прилегающих территорий водоёма Деед-Хулсун. Растительность экотонов водоёма Деед-Хулсун представлена 8 формациями. Из них 3 полукустарничковые (Artemisieta santonicae, Halocnemeta strobilacei, Halimioneta verruciferae), 3 однолетнесолянковые (Petrosimonieta oppositifoliae, Suaedeta salsae, Salicornieta perrenantis), 1 кустарниковая (Tamariceta ramosissimae) и 1 злаковая (Phragmiceta australis).

Согласно топоэкологическим профилям, экотонная система побережий водоёма состоит из 5 блоков: амфибиального, флуктуационного, динамического, дистантного, маргинального.

На основе 250 геоботанических описаний создана эколого-фитоценатическая классификационная схема, которая состоит из 8 формаций, 20 классов ассоциаций и 27 ассоциаций.

Классификационная схема растительности экотонов водоёма Деед-Хулсун.

Полукустарничковые (suffruticulosa) формации

Формация **Artemisieta santonicae** (Сантоникополынная)
Класс ассоциаций **Artemisieta santonicae suffruticulosa**
(Полукустарничково-сантоникополынный)
Acc. Artemisietum santonicae caroxylosum dendroidis
Класс ассоциаций **Artemisieta santonicae graminosa**
(Злаково-сантоникополынный)
Acc. Artemisietum santonicae poosum bulbosae
Формация **Halocnemeta strobilacei (**Сарсазановая)
Класс ассоциаций **Halocnemeta strobilacei pura**
(Сарсазановый)
Acc. Halocnemetum strobilacei
Класс ассоциаций **Halocnemeta strobilacei suffruticulosa**
(Полукустарничково-сарсазановый)
Acc. Halocnemetum strobilacei artemisiosum santonicae
Формация **Halimioneta verruciferae (**Обионовая)
Класс ассоциаций **Halimioneta verruciferae pura**
(Обионовый)
Acc. Halimionetum verruciferae

Однолетнесолянковые (annuae salsolosa) формации

Формация **Petrosimonieta oppositifoliae (**Петросимониевая)
Класс ассоциаций **Petrosimonieta pura**
(Петросимониевый)
Acc. Petrosimonietum oppositifoliae
Класс ассоциаций **Petrosimonieta oppositifoliae suffruticulosa**
(Полукустарничково-петросимониевый)
Acc. Petrosimonietum oppositifoliae anabasiosum aphyllae
Acc. Petrosimonietum oppositifoliae halimiosum verruciferae
Класс ассоциаций **Petrosimonieta oppositifoliae graminosa**
(Мятликово-петросимониевый)
Acc. Petrosimonietum oppositifoliae poosum bulbosae

Класс ассоциаций **Petrosimonieta oppositifoliae annulosa**
(Мортуково-петросимониевый)
Acc. Petrosimonietum oppositifoliae eremopyrosum triticei
Класс ассоциаций **Petrosimonieta oppositifoliae herbosa**
(Разнотравно-петросимониевый)
Acc. Petrosimonietum oppositifoliae alhagiosum pseudoalhagi
Формация **Suaedeta salsae (**Сведовая)
Класс ассоциаций **Suaedeta salsae pura**
(Сведовый)
Acc. Suaedetum salsae
Класс ассоциаций **Suaedeta salsae graminosa**
(Злаково-сведовый)
Acc. Suaedetum salsae phragmitosum australis
Acc. Suaedetum salsae eremopyrosum triticei
Формация **Salicornieta perrenantis (**Солеросовая)
Класс ассоциаций **Salicornieta perennantis pura**
(Солеросовая)
Acc. Salicornietum perennantis
Класс ассоциаций **Salicornieta perennantis graminosa**
(Злаково-солеросовая)
Acc. Salicornietum perennantis phragmitosum australis
Класс ассоциаций **Salicornieta perennantis annulosa**
(Однолетниково-солеросовая)
Acc. Salicornietum perennantis suaedosum salsae

Кустарниковые (fruticulosa) формации

Формация **Tamariceta ramosissimae (**Тамариксовая)
Класс ассоциаций **Tamariceta ramosissimae annulosa**
(Однолетниково-тамариксовый)
Acc. Tamaricetum ramosissimae salicorniosum perennantis
Acc. Tamaricetum ramosissimae suaedosum salsae
Acc. Tamaricetum ramosissimae petrosimoniosum oppositifoliae
Класс ассоциаций **Tamariceta ramosissimae graminosa**
(Злаково-тамариксовый)
Acc. Tamaricetum ramosissimae aeluroposum littoralis
Acc. Tamaricetum ramosissimae phragmitosum australis
Acc. Tamaricetum ramosissimae puccineliosum dolicholepis

Злаковые (graminosa) формации

Формация **Phragmiceta australis (**Тростниковая)
Класс ассоциаций **Phragmiceta australis pura**
(Тростниковый)
Acc. Phragmicetum australis
Класс ассоциаций **Phragmiceta australis annulosa**
(Однолетниково-тростниковый)
Acc. Phragmicetum australis salicorniosum perennantis
Acc. Phragmicetum australis suaedosum salsae
Класс ассоциаций **Phragmiceta australis fruticulosa**
(Кустарниково-тростниковый)
Acc. Phragmicetum australis tamaricosum laxae

Амфибиальный блок.

Тростниковые (**Phragmiceta australis**) сообщества образуют заросли по береговой линии водоёма. Они подвергаются к ежесезонному влиянию колебания водной поверхности. Формацию образуют три класса ассоциаций и четыре ассоциации. Наиболее обычными являются одновидовые ценозы *Phragmites australis*. В основном они затоплены водой. На береговой линии изредка встречаются солеросово-тростниковые (*Phragmites australis – Salicornia perennans*),

сведово-тростниковые (*Phragmites australis – Suaeda salsa*) сообщества. На более сухих частях блока образуются тамариксово-тростниковые (*Phragmites australis – Tamarix ramosissima*) ценозы. Тамарикс здесь только в фазе подроста. Общее проективное покрытие колеблется в пределах от 10 до 60%. Такое покрытие связано с периодическими колебаниями водной поверхности водоёма. Тип засоления сульфатно-хлоридный.

Флуктуационный блок.

Формация солеросовая **Salicornieta perennantis** также, как и тростниковая самая непостоянная. Развитие солеросовых (*Salicornia perennans*) сообществ зависит от динамики (подтопление, осушка) береговой линии водоёма. Формация представлена тремя классами ассоциаций, по одной ассоциации в каждой. Наиболее часто встречаются монодоминантные солеросовые (*Salicornia perennans*) и тростниково–солеросовые (*Salicornia perennans-Phragmites australis*) сообщества. Грунтовые воды залегают на глубине до 1 метра. Тип засоления сульфатно-хлоридный, почвы солончаковые. Реже встречаются сведово-солеросовые (*Salicornia perennans-Suaeda salsa*) ценозы. Видовой состав малочисленный 1-3 вида. Общее проективное покрытие 45-50%. При разрастании солероса или тростника может достигать 80%.

Сведовая **Suaedeta salsae** формация представлена двумя классами ассоциаций. Сведовые (*Suaeda salsa*) сообщества встречаются в данном блоке на более сухих автоморфных солончачаках. Здесь кроме тростниково-сведовых (*Suaeda salsa – Phragmites australis*) сообществ, отмечены и мортуково-сведовые (*Suaeda salsa – Eremopyrum triticeum*). Общее проективное покрытие колеблется в пределах от 20 до 95% в зависимости от уровня грунтовых вод и увеличения водной поверхности водоёма. Тип засоления под ценозами сульфатно-хлоридный.

Динамический блок.

Тамариксовые (**Tamariceta ramosissimae**) сообщества образуют практически непрерывную полосу вокруг водоёма. Формация представлена однолетниково-тамариксовым (Tamariceta ramosissimae annulosa) и злаково-тамариксовым (Tamariceta ramosissimae graminosa) классами ассоциаций. Тамариксовые ценозы характеризуются двух ярусностью. Первый ярус травянистый, второй собственно кустарниковый. Видовой состав формации многочисленный до 20 видов. Общее проективное покрытие 40-50%. В сезоны подтопления может уменьшаться до 25-30%. В период стабильности грунтовых вод покрытие может достигать 75%. Грунтовые воды залегают на глубине от 0,8 до 1,5 метров и глубже. Тип засоления под сообществами сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный.

Дистантный блок.

Сообщества сарсазановой **Halocnemeta strobilacei** формации довольно характерны для экотонов водоёма. Они образуют преимущественно монодоминантные ценозы на солончаковых депрессиях. Изредка встречаются и сантоникополынные сарсазанники (*Halocnemum strobilaceum – Artemisia santonica*). Сарсазановые сообщества характерны для приплотинной и хвостовой частей водоёма, редко встречаются и в центральной части. Общее проективное покрытие 15-25%. Видовой состав малочисленный – 4. Тип засоления под монодоминантными сарсазанниками сульфатно-хлоридный, под сантоникополынно–сарсазановыми хлоридно–сульфатный.

Ценозы обионовой **Halimioneta verruciferae** формации отмечены нами немного реже сарсазанников. Они представлены только одной монодоминантной Halimionetum verruciferae ассоциацией. Обионники образуют комплексы с сообществами однолетников, сарсазанников, тамариксовых ценозов. Общее проективное покрытие 20%. Видовой состав менее 5. Как и сарсазанники приурочены к солончакам с сульфатно-хлоридным типом засоления.

Петросимониевая **Petrosimonieta oppositifoliae** формация является одной из самых разнообразных. Она представлена 5 классами ассоциаций и 6 ассоциациями. Самыми распространёнными являются монодоминантные сообщества *Petrosimonia oppositifolia*, которые образуют широкую растительную полосу вокруг водоёма. Общее проективное покрытие в ценозах 60-80% в зависимости от осадков. Довольно часто встречаются *Petrosimonia oppositifolia – Poa bulbosa* и *Petrosimonia oppositifolia – Eremopyrum triticeum* сообщества. Общее проективное покрытие в таких ценозах также высокое 60-80%. Они образуются в результате перевыпаса сельскохозяйственным скотом. Изредка встречаются полукустарничково-петросимониевые (*Petrosimonia oppositifolia – Anabasis aphylla, Halimione verrucifera*) и разнотравно-петросимониевые (*Petrosimonia oppositifolia – Alhagi pseudalhagi*) сообщества. Тип засоления под ценозами формации сульфатно–хлоридный. Почвы солончаковатые.

Маргинальный блок.

Сантоникополынная **Artemisieta santonicae** формация представлена полукустарничково–сантоникополынным и злаково-сантоникополынным классами ассоциаций, которые состоят из одной ассоциации Artemisietum santonicae caroxylosum dendroidis и Artemisietum santonicae poosum bulbosae. Древовидносолянковые сантоникополынник (*Artemisia santonica – Caroxylon dendroides*) и мятликовые сантоникополынники (*Artemisia santonica – Poa bulbosa*) встречаются только в приплотинной части водоёма Деед-Хулсун. Общее проективное покрытие 25-50%, за счет мятлика. Видовой состав менее 10. Среди других видов характерны однолетние солянки *Petrosimonia oppositifolia*, *Climacoptera crassa* и *Sedobassia sedoides*. Тип засоления под ценозами хлоридно-сульфатный. Почвы солончаковатые.

Видовой состав растительности экотонов водоёма Деед-Хулсун. Видовой состав экотонов водоёма Деед-Хулсун (2012-2023 гг.) представлен 100 высшими сосудистыми растениями. Они объединяются в 24 семейства (*Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Poaceae*, *Tamaricaceae*, *Fabaceae* и др.). Наиболее многочисленными в видовом отношении является семейство *Chenopodiaceae* – 25 видов. По 13-16 видов в сем. *Asteraceae*, *Brassicaceae* и *Poaceae*. В сем. *Tamaricaceae* и *Limoniaceae* по 4 вида. Остальные 18 семейств насчитывают 1-4 видов.

Одно-двулетники являются самыми многочисленными – 63 вида. В 4-5 раз меньше видов у многолетнего разнотравья (15 видов) и полукустарничков (11 видов). Кустарники 4 вида (*Tamarix ramosissima*, *T. laxa*, *T. gacilis*, *T. octandra*) и злаки 7 видов (*Leymus ramosus*, *Poa bulbosa*, *Puccinellia dolicholepis* и др.). Несмотря на такое различие в видовом распределении по жизненным формам главными эдификаторами в сложении сообществ в экотонах водоёма являются именно полукустарнички (*Artemisia santonica*, *Halocnemum strobilaceum, Halimione verrucifera*), кустарники (*Tamarix ramosissima*) и некоторые однолетники (*Salicornia perennans*, *Suaeda salsa*, *Petrosimonia oppositifolia*).

Экотоны вдхр. Деед-Хулсун представлены 5 экологическими группами по отношению к увлажнению. Наибольшее количество видов в группе ксерофитов – 39 видов (*Artemisia lerchiana*, *Tanacetum achilleifolium*, *Eremopyrum triticeum* и др.). В два раза меньше видов в группе мезофитов 23 вида (*Puccinellia dolicholepis*, *Puccinellia gigantea*, *Tripolium pannonicum* и др.), ксеромезофитов 19 видов (*Alhagi pseudalhagi*, *Eragrostis minor* и др.) и мезоксерофитов 18 видов (*Artemisia austriaca*, *Atriplex tatarica*, *Ceratocephala testiculata*, *Filago arvensis* и др.). Гигрофиты представлены одним видом *Phragmites australis*.

По отношению к засолению нами выделены отдельно группа галофитов, которые насчитывают 26 видов (*Artemisia santonica*, *Frankenia hirsuta*, *Halimione verrucifera*, *Halocnemum strobilaceum*, *Salicornia perennans* и др.).

Хозяйственной значение растительности экотонов водоёма Деед-Хулсун. Экотонная система водоёма Деед-Хулсун имеет важное сельскохозяйственное значение для содержания крупного и мелкого скота в качестве водопоя и кормовой базы. Растительность частично пригодна для поедания скотом и в основном в весенний и осенний периоды. В весенний период активно поедаются в начале своей вегетации эфемероид *Poa bulbosa*, однолетники *Eremopyrum triticeum*, *Eremopyrum orientale* и полукустарнички *Artemisia lerchiana*, *Artemisia pauciflora*, *Artemisia lerchiana*. Осенью могут поедаться полукустарничковые (*Halocnemum strobilaceum*, *Halimione verrucifera*, *Caroxylon dendroides*) и однолетние (*Petrosimonia oppositifolia*, *Suaeda salsa*) солянки.

Заключение. Таким образом, растительность экотонных систем водоёма Деед-Хулсун представлена 8 формациями, 20 классами ассоциаций и 27 ассоциациями. Видовой состав насчитывает 100 высших сосудистых растений. Наиболее разнообразный дистантный блок, который состоит из сообществ полукустарничков сарсазановые (*Halocnemum strobilaceum*), обионовые (*Halimione verrucifera*) и однолетников петросимониевые (*Petrosimonia oppositifolia*). Во флуктуационном блоке встречаются ценозы только однолетников *Salicornia perennans*, *Suaeda salsa*. Остальные экотонные блоки сформированы сообществами одного эдификатора. Тростниковые (*Phragmites australis*) ценозы отмечены только в амфибиальном блоке, тамариксовые (*Tamarix ramosissima*) сообщества в дистантном блоке и сантникополынные (*Artemisia santonica*) ценозы в маргинальном блоке.

Работа выполнена по гранту Российского научного фонда № 23-27-10017 «Геоэкологическая оценка водных объектов Республики Калмыкия и прилегающих к ним территорий» https://rscf.ru/project/23-27-10017/.

Список литературы

1. Уланова С.С. Эколого-географическая оценка искусственных водоёмов Калмыкии и экотонных систем «вода-суша» на их побережьях. М.: Институт водных проблем РАН, 2010. 263 с.

2. Сафронова И.Н., Юрковская Т.К. Зональные закономерности растительного покрова равнин Европейской России и их отображение на карте // Ботанический журнал. 2015. Т. 100. № 11. С. 1121-1141.

3. Залетаев В.С. Мировая сеть водно-наземных экотонов, ее функции в биосфере и роль в глобальных изменениях // Экотоны в биосфере. 1997. С. 77-90.

4. Черепанова С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). 1995. Спб.: Мир и семья. 495 с.

5. Нешатаев Ю.Н. Методы анализа геоботанических материалов. 1987. Л.: ЛГУ. 192 с.

6. Александрова В.Д. Классификация растительности. 1969. Л.: Наука. 275 с.

7. Бегучев П.П. Растительность комплексной полупустыни, лиманов, ильменей и окраин солёных озёр низменной части Калмыцкой области // Известия Саратовского государственного института сельского хозяйства и мелиорации. 1928. Т. 4. С. 241-259.

8. Гринталь А.Р. Прибрежно-водные растения некоторых водоёмов Калмыцкой АССР // Ботанический журнал. 1984. Т. 69. № 10. С. 1394-1399.

9. Чемидова В.В., Бакташева Н.М. Характеристика прибрежно-водной растительности водохранилищ Республики Калмыкия // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1 (7). С. 1877-1879.

10. Уланова С.С., Кондышев О.Ю. Геоэкологический мониторинг водохранилища Деед-Хулсун и его прилегающих территорий по результатам полевых исследований 2012-2014 гг. // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. 2014. № 2 (29). С. 49-57.

11. Уланова С.С. Бембеева О.Г., Адучиев Р.Н. Изучение состава и структуры ландшафтов побережий искусственных водоемов аридной зоны на примере водохранилища Деед-Хулсун // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. 2017. № 1 (34). С. 29-36.

12. Горяев И.А. Закономерности распространения галофитной растительности на Прикаспийской низменности // Ботанический журнал. 2019. Т. 104. № 7. С. 1072-1089.

УДК 582.542:581.9
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-318-325

ПРИРОДООХРАННАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ОВРАЖНО-БАЛОЧНОГО КОМПЛЕКСА ВЕРХОВЬЕВ Р. ДУБЕНКА. ГУБКИНСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ, БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

ENVIRONMENTAL IMPORTANCE OF RASH-BALOCNE COMPLEX OF THE UPPER ROW OF THE DUBENKA RIVERS. GUBKINSKY CITY DISTRICT, BELGOROD REGION

Гусев А.В., Гусева Е.И.
Gusev A.V., Guseva E.I.

Государственный природный заповедник «Белогорье», п. Борисовка, Борисовский район, Белгородская область, Россия
State Nature Reserve "Belogorye", Borisovka, Borisov district, Belgorod region, Russia

E-mail: avgusev610@mail.ru

Аннотация. Экстенсивное развитие промышленности приводит к сокращению площади сохранившихся природных комплексов, снижению биоразнообразия, ухудшению экологической обстановки. В статье представлены результаты исследований овражно-балочного комплекса в верховьях р. Дубенка. Выявлены факторы, определяющие его природоохранную значимость.

Ключевые слова: природные комплексы, биоразнообразие, флористические исследования, приоритетные типы местообитаний, репрезентативность.

Abstract. Extensive industrial development leads to a reduction in the area of remaining natural complexes, a decrease in biodiversity, and a deterioration in the environmental situation. The article presents the results of studies of the ravine-gully complex in the upper reaches of the river. Dubenka. The factors determining its environmental significance have been identified.

Key words: natural complexes, biodiversity, floristic research, priority habitat types, representativeness.

Введение. Белгородская область – староосвоенный лесостепной регион с трансформированными почвенным и растительным покровом. Имеет длительную историю развития аграрного и промышленного комплексов, высокие показатели плотности населения, удельной площади аграрных угодий, густоты дорог и фрагментированности ландшафта, а также площади агрогенно и техногенно нарушенных земель в районе Курской магнитной аномалии (КМА) [1].

Экстенсивное развитие горнорудной промышленности в регионе приводит к сокращению общей площади сохранившихся природных комплексов, уничтожению рефугиумов естественной биоты, снижению биоразнообразия, ухудшению экологической обстановки [2, 3].

Несмотря на все усилия последних лет в отношении совершенствования территориальной охраны природы в регионе, все категории особо охраняемых территорий составляют только 1,8% − это один из самых низких показателей в Российской Федерации. Степные участки занимают менее 10% от площади всех охраняемых территорий, т.е. 0,2% площади области, что не может служить основой для сохранения степного биоразнообразия и формирования экологического каркаса региона, где зональный тип растительности − степи. [4]

Степи представлены в большинстве своём незначительными по площади территориями. Из-за высокого уровня аграрной освоенности региона степная растительность сохранилась в основном по балкам [5]

Высокие темпы деградации природных ландшафтов и сокращение видового разнообразия флоры убеждают в необходимости сохранения и восстановления естественной растительности, в том числе и на прилежащих к ООПТ, выполняющих (способных выполнять) функции экологических коридоров или буферных зон. Сохранение биоразнообразия буферной зоны заповедного участка может являться реальной альтернативой охраны редких, исчезающих видов локальной флоры [6]

Целью исследований являлось определение потенциала, природоохранной значимости природного комплекса вблизи заповедного участка и возможность выполнять функцию экологического коридора или буферной зоны.

В задачи исследований входило:

– выявить видовое разнообразие сосудистых растений природного комплекса;

– составить списки видов охраняемых на федеральном, региональном уровнях; редких для региона, требующих повышенных мер охраны – кандидатов на включение в Красную книгу Белгородской области, внесённых в международные соглашения по охране животного и растительного мира [7, 8];

– определить численность разновозрастных особей *Stipa pennata* L. (Ковыля перистого) в луговой степи на исследуемой территории;

– выявить типы приоритетных местообитаний по международной классификации EUNIS [9];

– по результатам исследования сделать выводы о репрезентативности и природоохранной значимости овражно-балочного комплекса верховьев р. Дубенка.

Изучаемый объект образуют: овражно-балочный комплекс в верховьях р. Дубенка и открывающиеся в неё по левому и правому склонам безымянные балки (отвершки) между х. Дубравка и с. Дубянка Губкинского городского округа Белгородской области *(рисунок 1.)*. Он рассматривается АО «Лебединский ГОК» как вариант размещения нового хвостохранилища. Данный природный комплекс располагается в непосредственной близости (в 5-ти км) к участку «Ямская степь» государственного природного заповедника «Белогорье» и фактически выполняет роль буферной зоны.

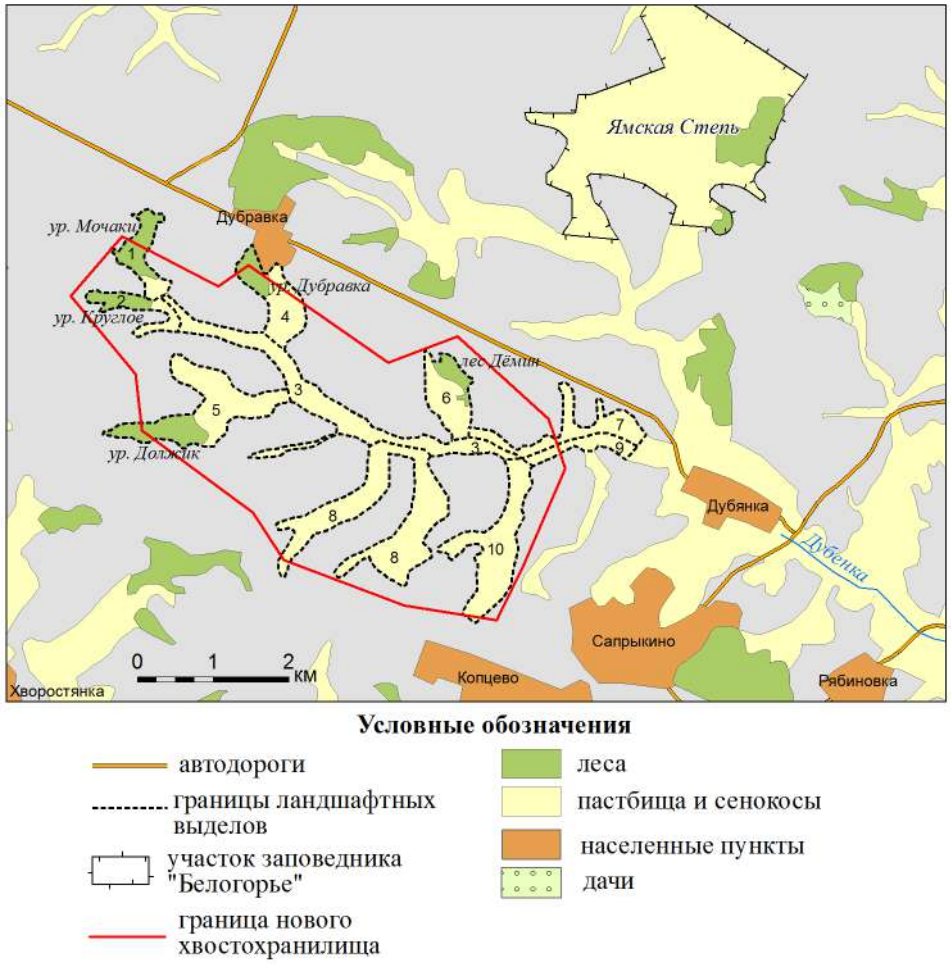


Рисунок 1. Овражно-балочный комплекс в верховьях р. Дубенка.

Склоны речной долины и балок располагаются в интервале высот от 160 до 220 м над уровнем моря. Абсолютная отметка водораздела между селами Богословка и Дубравка составляет 244 м. В большинстве своем они покрыты разнотравной степью. Верховья отвершков занимают байрачные леса (ГЛФ), урочища: Мочаки, Круглое, Должик, Дубравка, Лес Дёмин. Опушки лесных урочищ, открывающиеся в балки остепнены и непосредственно переходят в разнотравную и кустарниковую степи.

Пологий левый склон речной долины имеет южную экспозицию, с различными вариантами степных сообществ (кустарниковая, песчаная, петрофитная степи) и доминированием *Stipa pennata*.

Правый склон речной долины северной экспозиции, более крутой, холодный, влажный, и склоны восточной экспозиции отвершков хорошо задернены, здесь доминирует мезофильное разнотравье.

Обнажения меловых пород в большей степени развиты на склонах западной экспозиции отвершков, расположенных по правому склону речной долины. Здесь изреженный растительный покров образуют кальцефильные виды. Небольшие по площади участки мела и мергеля имеются на склонах западной экспозиции вблизи урочищ Лес Дёмин и Дубравка.

Флористические исследования овражно-балочного комплекса в верховьях р. Дубенка проводились 04.07.2007 г., 23.07.2008 г., 08.06.2017 г., 06.07.2018 г., 07.07.2018 г., 08.07.2018 г., 09.07.2018 г., 10.04.2019 г., 05.09.2020 г. В работах принимали участие: сотрудники заповедника «Белогорье» (Е.Н. Солнышкина, А.А. Немыкин) и Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (Н.М. Решетникова), преподаватель кафедры высших растений МГУ им. М.В. Ломоносова (А.С. Беэр) и студенты.

Протяженность отрезка долины р. Дубенка, включенного в исследования, составила 9км при ширине до 250 м, а вместе с отвершками 1 и 2-го порядков – около 38 км. Территория исследования была разделена на 10 ландшафтных выделов:

1 – урочище Мочаки и прилегающие открытые лугово-степные склоны;

2 – урочище Круглое и прилегающие открытые лугово-степные склоны;

3 – открытые степные склоны от урочища Мочаки до урочища Дубравка;

4 – урочище Лес Дёмин и открытые степные склоны отвершка с выходами мела;

5 – урочище Должик и открытые степные склоны отвершка;

6 – урочище Дубравка и прилегающий открытый лугово-степной склон отвершка с выходами мела;

7 – открытый левый пологий лугово-степной склон юго-юго-западной экспозиции речной долины в средней части природного комплекса;

8 – два отвершка, расположенных по правому склону речной долины восточнее лесного урочища Должик;

9 – открытый правый крутой лугово-степной склон северо-северо-восточной экспозиции речной долины в средней части природного комплекса;

10 – отвершек расположенный по правому склону речной долины, ближайший к с. Сапрыкино.

В каждом из них закладывался маршрут. Для выявления видового разнообразия сосудистых растений природного комплекса исследования проводились маршрутно-флористическим и геоботаническим методами.

Площадь флористических и геоботанических исследований составила 788 га, в том числе: леса – 156 га, полезащитные лесные полосы – 67 га, луговые степи – 501 га (на склонах северной экспозиции – 82 га, восточной экспозиции – 125 га, южной экспозиции – 95 га, западной экспозиции – 199 га), меловые обнажения – 14 га, залежь – 8 га, пашня – 42 га.

Маршрутами были охвачены различные варианты луговой степи, обнажения меловых пород, байрачные дубравы. Заложено и описано 14 геоботанических площадок 10 х 10 м^2.

Учёт численности *Stipa pennata* проводился на геоботанических площадках размером 1 м^2, закладываемых на трансектах, проложенных на расстоянии 50 м друг от друга по долинным и балочным склонам – по 3 площадки на каждой трансекте (в верхней, средней и нижней частях склона).

Для подсчёта численности *Stipa pennata* было заложено на склонах:

- северной экспозиции (24 трансекты и 72 площадки);
- южной экспозиции (96 трансект и 288 площадок);
- восточной экспозиции (14 трансект и 42 площадки);
- западной экспозиции (14 трансект и 42 площадки).

Всего подсчёт *Stipa pennata* проведён на 148 трансектах и 444 площадках.

В каждой площадке учитывались все экземпляры *Stipa pennata,* включая 1-2 летние вегетирующие особи и генеративные многолетние экземпляры с дерновиной разных размеров [10].

Результаты исследований. На территории природного комплекса выявлено 443 вида сосудистых растений – более трети биоразнообразия флоры региона [11].

Древесные ярусы байрачных лесов образуют: *Quercus robur* L. (Дуб черешчатый), *Acer platanoides* L. (Клён остролистный), *A. campestre* L. (К. равнинный), *A. tataricum* L. (К. татарский), *Fraxinus pennsylvanica* Marshall (Ясень пенсильванский), *Malus sylvestris* (L.) Mill. (Яблоня лесная), *Padus avium* Mill. (Черёмуха обыкновенная), *Pyrus pyraster* Burgsd. (Груша дикая), *Populus tremula* L. (Осина), *Tilia cordata* Mill. (Липа мелколистная), *Ulmus glabra* Huds. (Вяз шершавый), *U. laevis* Pallas (В. гладкий).

Из кустарников под пологом деревьев растут: *Corylus avellana* L. (Орешник быкновенный), *Crataegus rhipidophylla* Gand. (Боярышник обыкновенный), *Cornus sanguinea* L. (Свидина кроваво-красная), *Euonymus europaea* L. (Бересклет европейский), *E. verrucosa* Scop. (Б. бородавчатый).

Травяной покров под пологами древесных и кустарниковых ярусов лесных урочищ состоит из: *Actaea spicata* L. (Воронца колосистого), *Adoxa moschatellina* L. (Адоксы мускусной), *Aegopodium podagraria* L. (Сныти обыкновенной), *Anemone ranunculoides* L. (Ветреницы лютиковой), *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. (Купыря лесного), *Asarum europaeum* L. (Копытня европейского), B*rachypodium sylvaticum* (Huds.) Beauv. (Коротконожки лесной), *Campanula trachelium* L. (Колокольчика крапиволистного), *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. (Пузырника ломкого), *Convallaria majalis* L. (Ландыша майского), *Corydalis intermedia* (L.) Merat (Хохлатки промежуточной), *C. marschalliana* Pers. (Х. Маршалла), *C. solida* (L.) Clairv. (Х. плотной), *Cucubalus baccifer* L. (Волдырника ягодоносного), *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott (Щитовника мужского), *Epipactis helleborine* (L.) Crantz (Дремлика широколистного), *Ficaria verna* Huds. (Чистяка весеннего), *Gagea lutea* (L.) Ker-Gawl. (Гусиного лука жёлтого), *G. minima* (L.) Ker-Gawl. (Г. л. малого), *Galium odoratum* (L.) Scop. (Подмаренника душистого), *Glechoma hederacea* L. (Будры плющевидной), *Lathyrus vernus* (L.) Bernh. (Чины весенней), *Lilium martagon* L. (Лилии саранки), *Melampyrum nemorosum* L. (Марьянника дубравного), *Mercurialis perennis* L. (Пролесника многолетнего), *Neottia nidus-avis* (L.) Rich. (Гнездовки обыкновенной), *Paris quadrifolia* L. (Вороньего глаза четырехлистного), *Poa nemoralis* L. (Мятлика дубравного), *P. sylvicola* Guss. (М. лесного), *Polygonatum multiflorum* (L.) All. (Купены многоцветковой), *P. odoratum* (К. душистой), *Pteridium aguilinum* (L.) Kuhn s. l. (Орляка обыкновенного), *Pulmonaria angustifolia* L. (Медуницы узколистной), *P. obscura* Dumort. (М. тёмной), *P.* x *notha* A. Kern. (М. промежуточной), *Scilla siberica* Haw. (Пролески сибирской), *Scrophularia nodosa* L. (Норичника шишковатого), *Scutellaria altissima* L. (Шлемника высокого), *Stellaria holostea* L. (Звездчатки жёстколистной), *Viola mirabilis* L. (Фиалки удивительной), *V. odorata* L. (Ф. душистой). *V. suavis* Bieb. (Ф. приятной), *V. tanaitica* Grosset (Ф. донской).

По обочинам лесных дорог и просек травяные ярусы разнообразят опушечные, луговые виды: *Agrimonia eupatoria* L. (Репешок обыкновенный), *Alliaria petiolata* (Bieb.) Cavara et Grande (Чесночница черешчатая), *Campanula rapunculoides* L. (Колокольчик рапунцелевидный), *Clinopodium vulgare* L. (Пахучка обыкновенная), *Geum urbanum* L. (Гравилат городской), *Hypericum hirsutum* L. (Зверобой волосистый), *Lactuca quercina* L. (Латук дубравный), *Lamium maculatum* (L.) L. (Яснотка крапчатая), *Lapsana communis* L. (Бородавник обыкновенный), *Leonurus villosus* Desf. (Пустырник мохнатый), *Melica nutans* L. (Перловник поникающий), *Ranunculus auricomus* L. s. l. (Лютик золотистый), *Stachys sylvatica* L. (Чистец лесной), *Torilis japonica* (Houtt.) DC. (Пупырник японский), *Trifolium aureum* Pollich (Клевер золотистый), *Vicia pisiformis* L. (Горошек гороховидный).

Опушки лесных урочищ зарастают лесными, опушечными, лугово-степными видами: *Acer negundo* L. (Клёном ясенелистным), *Malus* praecox (Pall.) Borch. (Яблоней ранней), *Pyrus communi*s L. (Грушей обыкновенной), *Rhamnus cathartica* L. (Жёстером слабительным), *Sorbus aucuparia* L. (Рябиной обыкновенной), *Viburnum opulus* L. (Калиной обыкновенной), *Prunus spinosa* L. (Сливой колючей), *Lonicera tatarica* L. (Жимолостью татарской), *Cerasus fruticosa* Pallas (Вишней кустарниковой), *Rubus caesius* L. (Ежевикой), *Anthemis tinctoria* L. (Пупавкой красильной), *Arctium tomentosum* Mill. (Лопухом паутинистым), *Astragalus glycyphyllos* L. (Астрагалом солодколистным), *Centaurea pseudophrygia* C.A. Mey. (Васильком ложнофригийским), *Clematis recta* L. (Ломоносом прямым), *Clinopodium vulgare*, *Delphinium litwinowii* Sambuk (Живокостью Литвинова), *Euphorbia kaleniczenkii* Czern. (Молочаем Калениченко), *E. sareptana* A.K. Becker (М. сарептским), *E. semivillosa* (Prokh.) Kryl. (М. полумохнатым), *Galium aparine* L. (Подмаренником цепким), *G. rubioides* L. (П. мареновидным), *Geranium pratense* L. (Геранью луговой), *Hypericum perforatum* L. (Зверобоем продырявленным), *Lathyrus pisiformis* L. (Чиной гороховидной), *Luzula pilosa* (L.) Willd. (Ожикой волосистой),

Medicago falcata L. (Люцерной серповидной), *Potentilla alba* L. (Лапчаткой белой), *Primula veris* L. (Первоцветом весенним), *Pulsatilla patens* (L.) Mill. (Прострелом раскрытым), *Stachys officinalis* (L.) Franch. (Чистецом лекарственным), *Tanacetum corymbosum* (L.) Sch. Bip. (Пижмой щитковой), *Veronica teucrium* L. (Вероникой широколистной) и др.

Склоны разных экспозиций речной долины и балочных отвершков покрыты разнотравной степью. Из злаков и осок здесь нами отмечены: *Briza media* L. (Трясунка средняя), *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub (Кострец безостый), *B. riparia* (Rehmann) Holub (К. береговой), *Bromus squarrosus* L. s. l. (Костёр растопыренный), *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth (Вейник наземный), *Carex contigua* Hoppe (Осока соседняя), *C. humilis* Leyss. (О. низкая), *C. michelii* Host (О. Микеля), *C. praecox* Schreb. (О. ранняя), *Dactylis glomerata* L. (Ежа сборная), *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski (Пырей средний), *E. repens* (L.) Nevski (П. ползучий), *E. trichophora* (Link) Nevski (П. волосоносный), *Festuca valesiaca* ssp. *pseudovina* (Hack. ex Wiesb.) Hegi (Овсяница ложноовечья), *F. valesiaca* ssp. *valesiaca* Gaud. (О. валлисская, или Типчак), *Koeleria cristata* (L.) Pers. (Келерия гребенчатая), *Phleum pratense* L. (Тимофеевка луговая), *Poa angustifolia* L. (Мятлик узколистный), *Stipa dasyphylla* (Czern.ex Lindem.) Trautv. (Ковыль опушённолистный), *S. pennata*, *S. tirsa* Steven (К. узколистный).

Разнотравье образуют: *Achillea millefolium* L. (Тысячелистник обыкновенный), *Adonis vernalis* L. (Адонис весенний), *Agrimonia eupatoria* L. (Репешок обыкновенный), *Allium flavescens* Bess. (Лук желтеющий), *A. rotundum* L. (Л. круглый), *Anemone sylvestris* L. (Ветреница лесная), *Arabis glabra* (L.) Bernh. (Резуха гладкая), *Artemisia absinthium* L. (Полынь горькая), *A. austriaca* Jacq. (П. австрийская), *A. campestris* L. (П. равнинная), *A. vulgaris* L. (П. обыкновенная), *Asparagus polyphyllus* Steven (Спаржа многолистная), *Astragalus onobrychis* L. (Астрагал эспарцетный), *Ballota nigra* L. (Белокудренник чёрный), *Bunias orientalis* L. (Свербига восточная), *Bupleurum falcatum* L. (Володушка серповидная), *Campanula glomerata* L. (Колокольчик скученный), *C. persicifolia* L. (К. персиколистный), *C. rapunculoides*, *C. stevenii* Bieb. (К. Стевена, или алтайский), *Centaurea ruthenica* Lam. (Василёк русский), *Cerastium fontanum* Baumg. (Ясколка ключевая), *Cichorium intybus* L. (Цикорий обыкновенный), *Clematis integrifolia* L. (Ломонос цельнолистный), *Consolida regalis* S.F. Gray (Сокирки великолепные), *Convolvulus arvensis* L. (Вьюнок полевой), *Coronilla varia* L. (Вязель разноцветный), *Daucus carota* L. (Морковь обыкновенная), *Dianthus andrzejowskianus* (Zapal.) Kulcz. (Гвоздика Андржеевского), *Echium russicum* J. F. Gmel. (Синяк русский), *Euphorbia virgata* Waldst. et Kit. (Молочай прутьевидный), *Falcaria vulgaris* Bernh. (Резак обыкновенный), *Filipendula vulgaris* Moench (Таволга обыкновенная), *Galium mollugo* L. (Подмаренник мягкий), *G. verum* L. s. l. (П. настоящий), *Gentiana cruciata* L. (Горечавка крестовидная), *Knautia arvensis* (L.) J.M. Coult. (Короставник полевой), *Lactuca serriola* L. (Латук компасный), *Leucanthemum vulgare* Lam. (Нивяник обыкновенный), *Linum flavum* L. (Лён жёлтый), *Lotus corniculatus* L. (Лядвенец рогатый), *Medicago falcata* (Люцерна серповидная), *Myosotis arvensis* (L.) Hill (Незабудка полевая), *Nonea pulla* DC. (Нонея тёмно-бурая), *Origanum vulgare* L. (Душица обыкновенная), *Pedicularis kaufmannii* Pinzger (Мытник Кауфманна), *Picris hieracioides* L. (Горлюха ястребинковидная), *Polygala comosa* Schkuhr (Истод хохлатый), *Potentilla argentea* L. (Лапчатка серебристая), *P. recta* L. (Л. прямая), *Prunella vulgaris* L. (Черноголовка обыкновенная), *Ranunculus polyanthemos* L. (Лютик многоцветковый), *Salvia pratensis* L. (Шалфей луговой), *S. verticillata* L. (Ш. мутовчатый), *Thymus marschallianus* Willd. (Тимьян Маршалла), *Tragopogon dubius* Scop. (Козлобородник сомнительный), *Trifolium alpestre* L. (Клевер альпийский), *T. montanum* L. (К. горный), *Trinia multicaulis* (Poir.) Schischk. (Триния многостебельная), *Verbascum lychnitis* L. (Коровяк метельчатый), *Vicia tenuifolia* Roth (Горошек тонколистный), *Vincetoxicum hirundinaria* Medik. (Ластовень лекарственный), *Xanthoselinum alsaticum* (L.) Schur (Златогоричник эльзасский) и др.

Кустарниковые сообщества выделяются на фоне степи доминированием *Caragana frutex* (L.) C. Koch (Караганы кустарниковой), *Amygdalus nana* L. (Степного миндаля), *Chamaecytisus austriacus* (L.) Link (Ракитника австрийского), *Ch. ruthenicus* (Fisch. ex Wolosz.) A. Klaskova (Р. русского), *Prunus spinosa*, видов рода *Rosa* L. В них селятся влаголюбивые растения: *Ajuga genevensis* L. (Живучка женевская), *Allium oleraceum*, *Asparagus polyphyllus*, *Euphorbia rossica* P. Smirnov (Молочай русский), *E. subtilis* Prokh (М. тонкий), *Fragaria viridis* (Duchesne) Weston (Земляника зелёная), *Iris aphylla* L. (Касатик безлистный), *Lavatera thuringiaca* L. (Хатьма тюрингская), *Melica transsilvanica* Schur. (Перловник трансильванский), *Phlomis tuberosa* L. (Зопник клубненосный), *Verbascum phoeniceum* L. (Коровяк фиолетовый) и др.

В последние годы в отсутствие интенсивного выпаса склоны зарастают *Malus praecox*, *Pyrus communis*, *Prunus spinosa*, *Rosa* sp.

Средняя зона склонов балочных отвершков вблизи с. Сапрыкино, урочищ Лес Дёмин, Дубравка представлена петрафитной степью и обнажениями мергелей. На обнажениях меловых пород разреженный растительный покров образуют: *Ajuga chamaepitys* L. (Живучка низенькая), *Allium flavescens*, *Anthemis tinctoria*, *Asperula cynanchica* L. (Ясменник розовый), *Bupleurum falcatum*, *Campanula bononiensis* L. (Колокольчик болонский), *C. sibirica*, *Carlina biebersteinii* Bernh. ex Hornem. (Карлина Биберштейна), *Centaurea jacea* L. (Василёк луговой), *C. marschalliana* Spreng. s. l. (В. Маршалла), *C. scabiosa* L. (В. скабиозовый), *C. stoebe* L. (В. пятнистый), *Chaenorhinum minus* (L.) Lange (Хеноринум малый), *Echium vulgare* L. (Синяк обыкновенный), *Erigeron podolicus*, *Eryngium planum* L. (Синеголовник плосколистный), *Erucastrum armoracioides* (Czern. ex Turcz.) Cruchet (Рогачка хреновидная), *Euphorbia seguierana* Neck. (Молочай Сегиеров), *Gypsophila altissima* L. (Качим высочайший), *Hypericum perforatum*, *Inula salicina* L. (Девясил иволистный), *Jurinea arachnoidea* Bunge (Наголовatка паутинистая), *Kibera gallica* (Willd.) V.I. Dorof. (Роговидка галльская), *Koeleria talievii* Lavr. (Келерия Талиева), *Linum perenne* L. (Лён многолетний), *L. ucranicum* Czern. (Л. украинский), *Onobrychis viciifolia* Scop. (Эспарцет горошколистный), *Onosma tanaitica* Klokov (Оносма донскаяя), *Pilosella officinarum* F.W. Schultz et Sch. Bip. (Ястребиночка волосистая), *Plantago lanceolata* L. (Подорожник ланцетный), *Poa compressa* L. (Мятлик сплюснутый), *Polygala cretacea* Kotov (Истод меловой), *P. sibirica* L. (И. сибирский), *Polygonatum odoratum*, *Reseda lutea* L. (Резеда жёлтая), *Salvia verticillata* L. (Шалфей мутовчатый), *Sanguisorba minor* L. (Кровохлёбка малая), *Scabiosa ochroleuca* L. (Скабиоза светло-жёлтая), *Stipa capillata*, *S. pennata*, *Taraxacum serotinum* (Waldst. et Kit.) Poir. (Одуванчик поздний), *Thymus cretaceus* Klokov et Shost. (Тимьян меловой), *Viola ambigua* Waldst. et Kit. (Фиалка сомнительная), *V. rupestris* F.W. Schmidt (Ф. скальная). Единично встречаются *Frangula alnus* Mill. (Крушина ломкая), *Rhamnus cathartica*.

Во флоре овражно-балочного комплекса выявлено 2 вида сосудистых растений Красной книги России [12]: *Iris aphylla*, *Stipa dasyphylla*.

На территории природного комплекса произрастает 21 вид растений регионального списка Красной книги Белгородской области [13, 14]: *Adonis vernalis*, *Amygdalis nana*, *Anemone sylvestris*, *Carex humilis*, *Centaurea ruthenica*, *Clematis integrifolia*, *Dianthus andrzejowskianus*, *Echium russicum*, *Epipactis helleborine*, *Gentiana cruciata* , *Lilium martagon*, *Linum flavum*, *L. ucranicum*, *Neottia nidus-avis*, *Onosma tanaitica*, *Polygala sibirica*, *Potentilla alba*, *Pulsatilla patens*, *Stipa pennata*, *S. tirsa*, *Verbascum phoeniceum*.

В результате исследований выявлено 15 видов сосудистых растений, требующих повышенных мер охраны – кандидатов на включение в Красную книгу Белгородской области (по состоянию на 19.10.2019 г.): *Actaea spicata*, *Allium flavescens*, *Cystopteris fragilis*, *Corydalis intermedia*, *C. marschalliana*, *Dryopteris filix-mas*, *Koeleria talievii*, *Linum perenne*, *Paris quadrifolia*, *Pedicularis kaufmannii* Pinzger (Мытник Кауфманна), *Primula veris*, *Pulmonaria angustifolia*, *Sanguisorba minor*, *Thymus cretaceus*, *Trinia multicaulis* [13].

Репрезентативность биоты овражно-балочного комплекса повышают 11 видов, внесённых в международные соглашения по охране животного и растительного мира: *Pulsatilla patens* (внесён в Приложение I Бернской Конвенции) [7]; *Adonis vernalis*, *Epipactis helleborine*, *Euphorbia kaleniczenkii*, *E. rossica*, *E. sareptana*, *E. semivillosa*, *E. seguieriana*, *E. subtilis*, *E. virgata*, *Neottia nidus-avis* (подпадающие под действие Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС)) [8].

По результатам исследований в лугово-степных сообществах овражно-балочного комплекса в верховьях р. Дубенка выявлено, что *Stipa pennata* растёт практически по всей территории, в основном рассеянно, но по склонам южной экспозиции средняя численность достигает 13,59±0,47 особей/м^2, а на протяжении примерно 0,5 км нижней части балки образует аспект. Исходя из средней численности особей растений для склонов всех экспозиций (7,9±0,40 особей/м^2) и общей площади лугово-степной растительности (501 га), общая оценочная численность *Stipa pennata* для территории овражно-балочного комплекса верховьев р. Дубенка составляет 39,589±0,729 млн особей *(таблица 1)*.

На склонах овражно-балочного комплекса встречаются реликтовые растительные группировки: «сниженные Альпы», тимьянники.

В составе разнотравно-злаковой степи растительные группировки с наличием горных реликтовых растений – «сниженные Альпы» занимают повышения чернозёмных склонов,

подстилаемых на небольшой глубине меловыми породами. Характерными видами этих доледниковых и послеледниковых сообществ являются: *Carex humilis*, *Campanula altaica*, *Onosma tanaitica* [15].

Таблица 1

Оценка численности *Stipa pennata* на территории овражно-балочного комплекса верховьев р. Дубенка

Результаты оценки численности *Stipa pennata*	Экспозиция склонов											
	северная			восточная			южная			западная		
	Части трансект											
	верхняя	средняя	нижняя	верхняя	средняя	нижняя	верхняя	средняя	нижняя	верхняя	средняя	нижняя
	Количество учётных площадок											
	24	24	24	14	14	14	96	96	96	14	14	14
Средняя численность, экз./1 м^2	3,13 ±0,48	13,29 ±1,02	5,00 ±1,63	1,79 ±0,66	2,21 ±0,60	0,21 ±0,11	13,59 ±0,58	14,16 ±0,92	13,03 ±0,91	6,36 ±1,97	11,43 ±1,94	11,00 ±2,23
Средняя численность, экз./1 м^2	7,14±0,84			1,41±0,32			13,59±0,47			9,6±1,21		
Общая площадь склонов, га	81,77			125,14			94,74			198,59		
Средняя численность на склонах данной экспозиции, млн экз.	5,837±0,684			1,758±0,402			12,879±0,447			19,055±2,403		
Средняя численность, экз./1 м^2	7,9±0,40											
Общая площадь луговых степей, га	501											
Общая численность, (всего), млн экз.	39,529±0,729											

Тимьянники – нагорные ксерофиты, реликтовые группировки позднеледниковой, ксеротермической эпохи встречаются на склонах сложенных меловым делювием или покрытых тонким слоем остаточно-карбонатных почв. В них входят: *Thymus cretaceus*, *Linum ucrainicum*, *Festuca vallesiaca* ssp. *sulcata* (Hackel.) Schinz et R. Keller. (Овсяница бороздчатая), *Stipa capillata*, *S. pennata*, *Centaurea marschalliana* [16].

На территории природного комплекса нами выявлены следующие приоритетные типы местообитаний по классификации EUNIS [9]:

– X18. Wooded steppe (комплекс местообитаний – Лесостепь);

– E1.2. Perennial calcareus grassland and basic steppes (Кальцефильные многолетние злаковники и степи);

– G1.A4. Mixed ravine and slope forests (Смешанные лощинные и склоновые леса).

Видовой состав сосудистых растений характерных для данных местообитаний представлен выше при описании растительных сообществ.

Выводы. Природный комплекс с относительно большой территорией (788 га) и набором ландшафтных урочищ; с разной экспозицией склонов, микрозональностью; разнообразием эдафических, водных, температурных условий; различными растительными сообществами, обладает большим биоразнообразием (443 вида сосудистых растений), является рефугиумом

редкой, «краснокнижной флоры» (45 видов охраняемых и требующих охраны растений), имеет высокую репрезентативность и природоохранную значимость. Может выполнять функцию элемента региональной экологической сети.

Список литературы

1. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Белгородской области в 2018 году. Белгород: Правительство Белгородской области, 2019. 235 с.
2. Титова С.В., Кобяков К.Н., Золотухин Н.И., Полуянов А.В. Белогорье без белых гор? Угрозы степным экосистемам в Белгородской области / Под ред. д.г.н.,проф. А.А. Тишкова. М., 2014. 40 с.
3. Корнилов А.Г., Кичигин Е.В., Калмыков С.Н., Новых Л.Л., Дроздова Е.А., Петин А.Н., Присный А.В., Лазарев А.В., Колчанов А.Ф. Экологическая ситуация в районах размещения горнодобывающих предприятий региона Курской магнитной аномалии. Белгород: изд. дом «Белгород, НИУ «БелГУ», 2015. 157 с.
4. Тишков А.А., Белоновская Е.А., Золотухин Н.И., Соболев Н.А., Титова С.В., Царевская Н.Г. Сохранившиеся участки степей как основа экологического каркаса Белгородской области. В кн.: Материалы VIII Международной научной конференции, Белгород, 22-25 октября. Белгород, ИД «Белгород», 2019. С. 61-69.
5. Смелянский И.Э., Титова С.В. Представленность степных экосистем в ООПТ России после 2000 года // Степи Северной Евразии. Материалы VIII международного симпозиума / Ред. А.А. Чибилёв. Оренбург: ИС УрО РАН, 2018. С. 905-908.
6. Простаков Н.И., Делицын В.В. Особо охраняемые природные территории как способ сохранения биоразнообразия в лесостепной и степной зонах // Изучение и сохранение природных экосистем заповедников лесостепной зоны: Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 70-летию Центрально-Чернозёмного заповедника (пос. Заповедный, Курская обл., 22-26 мая 2005 г.). Курск, 2005. С. 103-104.
7. Информационно-аналитические материалы по состоянию охраны растений, животных и их местообитаний в странах западной Европы и России (на примере Бернской Конвенции, Директивы по охране птиц и Директивы по охране природных местообитаний и дикой фауны и флоры). М., 2008. 100 с.
8. Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (подписана 3 марта 1973 г. в г. Вашингтоне) // СИТЕС в России. Охрана живой природы. Нижний Новгород, 1995. Вып. 5. С. 6-52.
9. Sobolev N. A. A malachite frame for the Emerald network // Stepnoy byulleten' [Steppe bulletin]. 2013. No. 37. P. 9-11.
10. Неверов В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России. М.: Центр охраны дикой природы, 2002. 138 с.
11. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 635 с.
12. Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 21.06.2023 г. № 320 «Об утверждении Перечня объектов растительного мира, занесённых в Красную книгу Российской Федерации».
13. Гусев А.В., Золотухин Н.И., Решетникова Н.М. Материалы ко второму изданию Красной книги Белгородской области. Растения, лишайники, грибы и животные, рекомендуемые для включения в списки охраняемых видов. 2. Раздел Сосудистые растения // Научные ведомости НИУ БелГУ. Серия «Естественные науки». 2017. Вып. 38. № 4(253). С. 16-38.
14. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, лишайники, грибы и животные. 2-е офиц. изд. / общ. науч. ред. Ю.А. Присный. Белгород: ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2019. 668 с.
15. Голицын С.В. «Сниженные альпы» и меловые иссопники Среднерусской возвышенности : докл. о работах, представл. … канд. биол. наук. Воронеж, 1965. 16 с.
16. Голицын С.В., Доронин Ю.А. Реликтовая флора и растительность. // Памятники природы Воронежской области. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное издательство, 1970. С. 107-119.

УДК 502:37.03
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-326-333

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РОСТОВСКОГО ОБЛАСТНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РГО ПО ИЗУЧЕНИЮ, СОХРАНЕНИЮ И РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ДОНСКИХ СТЕПЕЙ

THE ACTIVITIES OF THE ROSTOV REGIONAL BRANCH OF THE RUSSIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY FOR THE STUDY, CONSERVATION AND NATURAL RESOURCE MANAGEMENT OF THE DON STEPPES

Даньков В.И.[1,2]., Толчеева С.В.[1,2,4], Тимофеенко Ю.В.[1,2,3], Миноранский В.А.[1,2,3], Волкова Н.Ю.[1,2]
Dankov V.I. [1,2], Tolcheeva S.V.[1,2,4], Timofeenko Yu.V.[1,2,3], Minoransky V.A.[1,2,3], Volkova N.Yu.[1,2]

[1]Ростовское областное отделение Русского географического общества, Ростов-на-Дону, Россия
[2]Ассоциация «Живая природа степи», Ростов-на-Дону, Россия
[3]Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия
[4]Министерство природный ресурсов и экологии Ростовской области, Ростов-на-Дону, Россия
[1]Rostov Russian Geographical Society, Rostov-on-Don, Russia
[2]Wildlife of the Steppe Association, Rostov-on-Don, Russia
[3]Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia,
[4] Ministry of Natural Resources and Ecology of the Rostov region, Rostov-on-Don, Russia

E-mail: priroda.rostov@yandex.ru

Аннотация. Ростовское областное отделение Всесоюзного (позднее Всероссийское) географического общества (РОО РГО) было создано в 1947 г. и состояло преимущественно из сотрудников и студентов Ростовского государственного университета (РГУ). Его члены участвовали в восстановлении разрушенного войной юга страны, разработке и реализации проектов по обводнению, орошению, облесению европейских степей, развитию промышленности и сельского хозяйства, подготовке квалифицированных кадров. Социально-экономическая перестройка общества, начавшаяся в 90-е годы XX в., привела к необходимости изменений в работе общества. В 2021 г. на расширенном собрании членов РОО РГО были обсуждены отчеты и планы деятельности общества, выбран новый Совет, включающий представителей ряда ВУЗов, Законодательного собрания и Правительства Ростовской области, бизнеса, общественных и других структур. Разработан План работы РОО, сформированы новые отделения в других городах и станицах Дона, возросло количество членов, организовано молодежное отделение, лекторий и т.д. В работе описаны мероприятия, проведенные РОО РГО в 2022-2023 гг. К ним относятся международный форум «Степная Евразия – устойчивое развитие», фестивали экологического туризма «Воспетая степь» и «Красностоп Золотовский», экспедиции «Золотые горки», по рекам Дон и Западный Маныч, иным местам. Членами РОО выполнялась научная, природоохранная, просветительская, туристическая и иная деятельность.

Ключевые слова: Ростовское областное отделение Русского географического общества, история, реформирование, современная деятельность.

Abstract. The Rostov regional branch of the All-Union (later All-Russian) geographical society (RRB RGS) was established in 1947 and mainly consisted of employees and students of Rostov State University (RSU). Its members participated in the reconstruction of the war-ravaged south of the country, the development and implementation of projects for flooding, irrigation, forestation of the European steppes, the development of industry and agriculture and the training of qualified staff. The social and economic reorganization, which began in the 90s of the twentieth century, led to the need for changes in the work of the society. In 2021, at the extended meeting of the members of the RRB RGS, reports and plans of the company's activities were discussed, a new Council was selected, including representatives of a number of universities, the Legislative Assembly and the Government of the Rostov Region, business, public and other structures. A work plan for the RRB has been developed, new branches have been formed in other cities and villages of the Don, the number of members has increased, an youth department, lecture hall and etc. have been organized. The paper describes the activities carried out by RRB RGS in 2022-2023. They include the international forum "Eurasian steppe-sustainable development", the festivals of ecological tourism "The Glorified steppe" and "Krasnostop Zolotovsky", expeditions "Golden Hills", along the Don and Western Manych rivers and other places. The scientific, environmental, educational, tourist and other activities were carried out by the members of the RRB.

Key words: Rostov regional branch of the Russian Geographical Society, history, reformation, modern activity.

На юге страны отделение географического общества Академии наук СССР создали после Второй мировой войны. Во время оккупации Ростовской области (РО) фашистами Ростовский госуниверситет (РГУ) работал в Киргизском городе Ош и вернулся в Ростов н/Д 16.05.1944 г. после его освобождения. Город, здания РГУ, его библиотека, биостанции, оранжереи ботанического сада были разрушены. Учебные занятия, начавшиеся в мае-июне 1944 г., проходили, главным образом, в общежитии. Энтузиазм сотрудников, студентов и жителей города позволил за короткий срок (к 1950 г.) восстановить ВУЗ, организовать учебный процесс, наладить научную деятельность и принять активное участие в формировании нормальной жизнь Донской земли [1]. Страна восстанавливалась, разрабатывала планы по развитию промышленности и сельского хозяйства, освоению новых территорий и ресурсов, улучшению жизни населения. Необходимы были квалифицированные специалисты и ученые, их комплексные объединения для успешного решения этих работы.

По инициативе географов региона, ряда ученых близких направлений 09.03.1947 г. под председательством ректора РГУ состоялось общее собрание географов (83 чел.) с повесткой дня: 1. Итоги 2-го Всесоюзного географического съезда; 2. Об организации Северо-Кавказского отдела (СКО) Всесоюзного географического общества (ВГО) Академии наук СССР; 3. Выборы руководящих органов СКО ВГО. Собрание поддержало создание СКО ВГО. Были выбраны: Совет (13 чел.) и ревизионная комиссия (5 чел.). В состав Совета вошли проф. А.И. Гозулов, доц. А.Ф. Самохин, А.А. Нагайцев, Ф.Ф. Панин, К.В. Маркова и др. Помимо географов в него включили почвоведов С.А. Захарова и Ф.Я. Гаврилюка, энтомолога Б.В. Добровольского, ботаника А.П. Балаша, иных специалистов. На заседании Совета СКО ВГО избрали 5 членов Президиума во главе с председателем проф. А.И. Гозуловым. Были составлены план работы и смета СКО на 1947 г. В 1947 г. СКО ВГО установил связи со специалистами Краснодара, Ставрополя, Нальчика, других центров Северного Кавказа, получил извещение от географов Северо-Осетинского педагогического института о выделении им представителей в составе Совета СКО РГО. В мае-июне состоялись выезды членов Совета в крупные города региона для личных контактов с местными специалистами и организации совместной деятельности. В октябре в РГУ была созвана конференция по изучению производительных сил Дона и Северного Кавказа.

С первых лет создания СКО ВГО его члены, включающие ученых, специалистов и студентов, исследовали природные условия и естественные ресурсы региона. Они изучали климат, полезные ископаемые, почвы, поверхностные воды, растительный и животный мир, другие природные составляющие и принимали активное участие в разработке и реализации проектов по их рациональному использованию. В эти годы на юге реализовались такие масштабные проекты, как озеленение, обводнение и орошение степей, строительство Волго-Донского канала, Кубанского, Цимлянского и других водохранилищ, города Волгодонска, Атоммаша и т.д., т.п. Участие в этих проектах принимали и члены Отделения. Большое внимание уделялось подготовке специалистов в области географии, биологии, экологии, сохранения и популяризации природного и историко-культурного наследия в училищах, техникумах, ВУЗах. С годами масштабы и объем работ по охране природы, изучению их ресурсов и разумному использованию, улучшению благосостояния населения возрастали. Интересы и деятельность членов СКО ВГО не ограничивались территорией Дона и Северного Кавказа. Они проводили исследования и участвовали в работе в различных районах Кавказа, Сибири, на оз. Байкал, Дальнем Востоке, других регионах страны. Со временем количество членов СКО ВГО, объем их деятельности и решаемых задач, число участвующих в них научных, учебных, производственных и других структур возрастали. Из СКО ВГО выделились Ростовское областное отделение РОО ВГО, Краснодарское и Ставропольское региональные отделения, другие.

Социально-экономическая перестройка общества, иные изменения, начавшиеся в 90-е годы XX в. в стране, негативно отразились на биоразнообразии, биоресурсах, социальной, экологической, медико-демографической и других ситуациях. Активная деятельность Д. Сороса и других «демократов» реформировала образование, науку, культуру, которые являются базисом, основой развития общества. Была внедрена Болонская система образования, радикально перестроены учебные программы в школах и ВУЗах, ликвидированы многие училища и техникумы, широко развилась платная подготовка в учебных заведениях и т.д. Все это упростило и выхолостило образование. Созидательная, производственная деятельность людей заменялась потребительской. Результатом такого реформирования и «оптимизации» стал

острый недостаток квалифицированных работников во всех отраслях хозяйственной деятельности. Профессиональные специалисты в биологии, сельском хозяйстве, медицине, экологии и т.д. замещались юристами, экономистами, управленцами, менеджерами и работниками с иными специальностями. Многие общественные структуры, такие как Всесоюзное ботаническое общество, Всесоюзное гидробиологическое общество, Всероссийское общество охраны природы, Всесоюзное общество «Знание» и другие, вместе со своими отделениями на местах сократили число членов, объемы работ, а в ряде случаев деградировали или исчезли. Эти изменения, потепление климата, пандемия коронавируса, специальная военная операция (СВО) на граничащих с РО землях, другие вызовы последних лет заставили перестраивать нашу деятельность. Она ведется, но длительное и во многих случаях «реформирование» страны требует больших усилий и времени по её перестройке и улучшению благосостояния населения. Участвуют в этой деятельности и структуры РО, включая РОО РГО.

Многие десятилетия РОО Всесоюзного, а позднее Русского географического общества (РГО), базировалось на географических кафедрах РГУ, затем в Институте наук о Земле Южного федерального университета (ЮФУ). Оно объединяло преимущественно ученых (Ю. А. Федоров, А. Н. Кузнецов, П. М. Лурье, В. Д. Панов и др.), аспирантов и студентов географов, отдельных специалистов иных структур. Члены РОО вели научные исследования и практическую работу в РО, на Северном Кавказе и в других регионах страны, готовили специалистов по изучению, рациональному использованию, сохранению природных ресурсов, проводили географическое просвещение населения, занимались другими видами деятельности. Ограниченность количества членов, организационные, финансовые и иные трудности в работе, начавшиеся в 90-е годы XX в. сдерживали работу РОО, внедрение научных разработок в практику. Деятельность Отделения нуждалось в реформировании с учетом современных реалий жизни.

Расширенное общее собрание РОО РГО, на котором присутствовали члены центрального Совета РГО, ученые ЮФУ, других ВУЗов и научных организаций, члены Правительства, ЗС РО и общественных структур, любители природы (около 100 человек) состоялось 22.12.2021 г. в ЮФУ. Председатель РОО проф. Ю. А. Федоров рассказал о деятельности отделения в 2021 г. В своих выступлениях ректор ЮФУ И. К. Шевченко, зам. председателя ЗС РО В. Н. Василенко, академик РАН Г.Г. Матишов и другие участники положительно оценили работу Отделения, и в целях её улучшения рекомендовали перестроить деятельность РОО, привлечь к работе новые организации, адаптировать её к современной ситуации в стране. В качестве примера активной природоохранной деятельности отмечалась работа некоммерческой структуры – Ассоциации «Живая природа степи» (*далее* Ассоциация). Она была организована в 2004 г. по инициативе общественного деятеля А.М. Узденова, ставшего председателем её попечительского совета. Основными задачами Ассоциации стали: координация природоохранной деятельности, изучение, охрана и восстановление биоресурсов и биоразнообразия, сохранение ценных пород животных, формирование экологические знаний и культуры у населения.

В своей деятельности Ассоциация наладила связи с органами законодательной и исполнительной власти, бизнесом, образовательными, научными, производственными и общественными организациями [2, 3]. Её модельной территорией стали прилегающие к оз. Маныч-Гудило степи, где в 1995 г. организовали заповедник «Ростовский». Сотрудники Ассоциации были активными участниками создания заповедника, и это сотрудничество продолжается до настоящего времени. Они оказывают заповеднику материальную, организационную и иную помощь, лоббируют его интересы в разных структурах, участвуют в развитии научных исследований, проведении регулярных экологических акций для населения, иной деятельности. В хут. Кундрюченский Ассоциация организовала Центр редких животных европейских степей, а в охранной зоне заповедника – Стационар редких и ценных животных (бактриана, ламы, бизона, яка, буйвола, лошади Пржевальского, оленя Давида, антилопы канны и др.), где разработали биотехнологии содержания и размножения многих видов. Здесь была сформирована вольерная группировка сайгака для ферм, зоопарков и питомников, являющаяся самой крупной в искусственных условиях России самовоспроизводящейся популяцией этого вида [4]. При поддержке Ассоциации в охранной зоне был построен Научно-экспедиционный стационар «Маныч» Южного научного центра РАН (ЮНЦ РАН). За короткий срок в заповеднике восстановились степные экосистемы, был сформировался Манычский природный комплекс (МПК), ставший степным природоохранным центром для ученых, учащихся школ и ВУЗов, населения. Если в начале XXI в. МПК ежегодно посещали сотни, в начале 2-го десятилетия – тысячи, то в последние годы – десятки тысяч школьников, студентов, сотрудников различных

организаций РО, РФ и зарубежья. Успехи заповедника и Ассоциации, подтвердили работники Минприроды РФ, СИТЕС, WWF, ЮНЕСКО, других структур. Заповедник 3.02.2008 г. включили во Всемирную сеть биосферных резерватов ЮНЕСКО, а в 2020 г., по рекомендации ЮНЕСКО, его приняли в Международный альянс ООПТ (IAPA).

Ассоциация курирует Кундрюченское и Манычское ООО «Аргомак-Р» охотничьи хозяйств РО. Им оказали организационную, материальную и иную помощь. Были привлечены профессиональные охотоведы и зоологи, составлены проекты внутрихозяйственного охотустройства. Эти хозяйства стали одними из наиболее успешных в РО. В них налажено воспроизводство пятнистого оленя, лани, сурка, зайца, фазана, серой куропатки, серого гуся, кряквы, иных животных. Ежегодно «Аргомак-Р» для пополнения природных биоресурсов выпускает в Веселовское водохранилище серого гуся и крякву, а также молодь сазана, толстолобика и других рыб [5]. Эта и иные виды деятельности, свидетельствуют об активном участии А.М. Узденова в решении экологических проблем, его известности и авторитете в РО.

На общем собрании РОО РГО 22.12.2021 г. был избран новый Совет отделения. Учитывая необходимость активизации и расширения объёма работы, разносторонность и многогранность деятельности РОО, в его Совет вошли сотрудники Ин-та наук о Земле ЮФУ (Ю.А. Федоров, А.Н. Кузнецов, др.), ЮНЦ РАН (Г.Г. Матишов, С. В. Бердников), Донского государственного технического ун-та (ДГТУ) (С.И. Лукьяшко, М.Г. Магомедов), Ассоциации (В. И. Даньков, В. А. Миноранский), заповедника «Ростовский» (Л.В. Клец). Включили в состав Совета представителей ЗС РО (В.Н. Василенко), Правительства РО (министр Минприроды РО М.В. Фишкин), генерального директора ООО «АГРОКОНСАЛТИНГ» (В.М. Синёв) и других. Учитывая опыт организационной и практической деятельности А.М. Узденова, выступающие рекомендовали его в качестве председателя РОО РГО, и при голосовании члены отделения поддержали его избрание на эту должность.

В своем выступлении Али Мусаевич сообщил, что в деятельности отделения планируется расширить состав членов общества, привлечь к деятельности Отделения представителей органов власти, научных, учебных и производственных структур, бизнеса, общественности. Это позволит увеличить масштабы и эффективность работ РОО по изучению природных ресурсов Донской земли, их охране и разумному использованию. Целесообразно создать Попечительский совет, Медиа-совет, Совет Старейшин, Исполнительную дирекцию, комиссии по различным направлениям. Отделение нуждается в штаб-квартире, обустройстве музея, библиотеки, научно-популярного лектория и медиастудии. Для РОО необходимо оформить статус юридического лица. Планируется создание местных отделений и объединение на местах краеведов, географов, экологов, туристов и иных интересующихся деятельностью РГО людей. К приоритетным направлениям в работе председатель отнес изучение географической, этнокультурной и исторической самобытности Дона и России, включая уникальные природные комплексы, памятники истории и культуры, являющиеся основой национальной идентичности народов. Приоритетными также являются: исследования в области охраны окружающей среды и устойчивого развития, способствующие сбережению природы регионов России и развитию сети ООПТ; изучение наследия Общества; формирование экспертного сообщества в сфере компетенции Общества. Будут поддержаны проекты и исследовательская деятельность, осуществляемые ведущими научными школами РО, уделено особое внимание темам изменения климата, его последствиям для отраслей экономики, состояния водных, земельных, биологических, рекреационных ресурсов.

В 2022 г. члены РОО приняли участие в фестивале РГО, состоявшемся в Парке Зарядье г. Москвы, где представили планы и результаты деятельности, познакомились с работой других отделений РГО, обсудили с коллегами свои планы и проекты. Их поездки в Краснодар, Оренбург, другие центры с отделениями РГО позволили оценить ситуацию в этих регионах и уточнить планы деятельности РОО. При поддержке Правительства РО, Исполнительной дирекции РГО, ЮФУ, ЮНЦ РАН, заповедника «Ростовский», ФГБУ Государственного центра агрохимической службы «Ростовский», Ассоциации РОО подготовило и 27-30.09.2022 г. провело в Ростове международный форум «Степная Евразия – устойчивое развитие» [6]. В его работе участвовало около 200 специалистов, включая представителей стран ближнего и дальнего зарубежья. Целью форума было объединение усилий органов власти, научного сообщества, бизнеса и общественности в вопросах изучения и сохранения степей, разумного использование их природных ресурсов. Обсуждались проблемы изменения климата, рационального использования водных ресурсов, современного состояния земельных ресурсов, тенденции биоразнообразия и

природно-заповедного фонда, развития экологического туризма, методы предупреждения и прогнозирования опасных и экстремальных явлений природного и техногенного характера. Участники посетили заповедник «Ростовский», полевые стационары Ассоциации и ЮНЦ РАН.

После согласования деятельности с разными структурами новый Совет РОО РГО разработал План деятельности. Реализация его мероприятий поддерживается средствами выполняющих их структур, договорных проектов, спонсорской поддержки, грантами различных фондов. В 2023 г. РОО получен грант РГО «Реализация новых природоохранных инициатив Ассоциации «Живая природа степи»». План Отделения включает разделы по совершенствованию образования и подготовки специалистов, научной, природоохранной, экспедиционной, информационно-просветительской, издательской работе, по развитию научного, экологического и познавательного туризма, молодежного движения, организации и проведению публичных мероприятий, (включая выставки и экспозиции) и иным направлениям деятельности. Количество членов РОО с 220 в 2021 г. к 2023 г. увеличилось до 350. Ими, помимо сотрудников Ин-та науки о Земле ЮФУ и близких к нему структур, стали работники Ассоциации, ЮНЦ РАН, заповедника «Ростовский», Ростовского государственного университета путей сообщения (РГУПС), Донского государственного технического университета (ДГТУ), Минприроды РО, общественных и других организаций. Сформированы местные отделения членов РОО в гг. Азове, Батайске и Пролетарске, пос. Орловском, ст-це Кагальник. Создано Молодежное отделение для школьников, студентов и молодых специалистов. При РОО организована школа-семинар и географический класс (МАОУ «Школа №96 Эврика-Развитие»), где у учащихся развивают познавательную деятельность, осуществляют патриотическое и интернациональное воспитание. При РГУПС действует региональный лекторий РГО. Формируется Попечительский совет, включающий работников органов власти, науки, образования, производства, бизнеса, общественности. Члены РОО, занимаясь проблемами своих структур и будучи членами различных научных, общественных и других Советов, участвуют в решении различных образовательных, производственных, научных, экологических, культурных и иных вопросов РО и России. Они принимают активное участие в реализации национальных программ «Экология», «Демография», «Здравоохранение», «Жилье и городская среда» и других, в решении региональных сельскохозяйственных, промышленных и иных проблем региона. Ежегодно члены РОО проводят исследования по ряду из этих проблем, выполняют экспедиционные работы, организуют форумы и научно-практические конференции, участвуют в различных образовательных, природоохранных, патриотических и иных акциях, выпускают научную и популярную литературу и т.д.

Исторически РО и ЮФО в научной, образовательной, природоохранной, хозяйственной и других сферах деятельности были тесно связаны с Крымом, Донецкой и Луганской народными республиками, Херсонской и Запорожской областями. После короткого их разрыва в последние годы эти взаимоотношения восстанавливаются и в данной деятельности участвуют все члены РОО. Организуются научные конференции, совещания по обмену опытом работы и совместных исследовательских проектах, публикациях и т.д. Совместно с КГМТУ Ассоциация регулярно проводят в Керчи Международные научно-практические конференции «Биологическое разнообразие; изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование» Возобновляются многолетние связи питомника животных Ассоциации с заповедником «Аскания-Нова»: ведется обмен опытом работы и животными. Ученые ЮНЦ РАН сотрудничают с коллегами из Крымского федерального ун-та им. В.И. Вернадского и Донецкого национального ун-та. Налажены научные связи членов РОО с Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского, ИБЮМ им. А.О. Ковалевского РАН, заповедником «Опунский», Донецким ботаническим садом и т.д.

Острыми в степной зоне остаются вопросы сохранения водных ресурсов и разумное ими управление. Донская вода используется в промышленности и сельском хозяйстве, для судоходства, рыбоводства, нужд населения РО, а в последние годы и для потребностей соседних районов Донбасса. Водоемы являются местом концентрации биоресурсов, биоразнообразия. В 2021 г. Правительство России утвердило Программу по оздоровлению и развитию водохозяйственного комплекса р. Дон до 2030 г. с выделением более 100 млрд рублей. Ведется работа по её реализации. В последние годы проходит благоустройство рек Темерник, Кумшак, Глубокая и ряда других. Неудивительно, что члены РОО и, прежде всего, из ЮНЦ РАН, ЮФУ, Ассоциации в своей деятельности уделяют этим вопросам большое внимание.

Ежегодно экспедиции ученых и специалистов ЮНЦ РАН, ЮФУ, Ассоциации и иных структур изучают гидрохимические, гидробиологические особенности Черного, Азовского и Каспийского морей, Манычских водохранилищ, состояние их рыбных и других ресурсов. В 2022-2023 гг. они исследовали вопросы динамики абразионных процессов, внедрение новых методов наблюдений, связанные с использованием спутниковых снимков, аэросъемок с применением БПЛА и других, разработки территориальных подходов по оценке и борьбе с обрушением берегов. В Планы РОО. вошел межрегиональный проект «Стратегический водный путь из Азова в Каспий», направленный на проведение эколого-географических и социально-экономических исследований долины Маныча. В 2023 г. ЮНЦ РАН, Ассоциация и Молодежный научно-волонтерский центр РОО выполнили первый этап этого проекта: экспедицию от устья до истоков р. Западного Маныча. Экспедиции членов РОО, включающие ученых, специалистов, студентов, школьников ежегодно обследуют природу и её ресурсы, выясняют вопросы их рационального использование, проходят по Дону и иным рекам, Зап. Манычу, Северному Кавказу и другим районам Юга страны.

В хут. Старозолотовский, благодаря инициативе А.М. Узденова, членов Ассоциации и РОО, ведутся работы по благоустройству, созданию этнографического музея «Тихий Дон», развитию экопросветительской и экотуристической деятельности. Здесь на берегу Дона сохранены или построены храм и казачьи курени, проведено озеленение местными растениями, охраняется степное биоразнообразие. Сюда из ст-цы Вешенской перенесены декорации быта и строения (курени Мелеховых, Астаховых и Коршуновых), участвовавшие при съемках кинофильма С.В.Урсуляка «Тихий Дон». Международная организация лучших деревень мира, включила хут. Старозолотовский в Ассоциацию самых красивых городов и деревень России. Здесь ежегодно проводятся казачьи фестивали, праздники. Хутор посещают сотни школьников, экотуристов, жителей РО. С каждым годом их количество возрастает, а деятельность по благоустройству хутора продолжается.

Население Донской земли исторически занималось виноградарством и виноделием, но в 90-е годы XX в. они были ликвидированы, а в XXI в. начали восстанавливаться. При поддержке Правительства РО и Ассоциации Отделение организовало экспедицию «Золотые горки», приурочив её к 270-летнему юбилею атамана Матвея Платова, активно поддерживающего эти направления на Дону. Экспедиция, состоящая из ученых, казаков, виноделов и краеведов, стартовала весной 2023 г. от главного собора казачества в г. Новочеркасска и. прошла «виноградной тропой» вдоль Дона от Цимлянского водохранилища до Азовского моря, обследуя виноградники частных подворий в поисках утерянных сортов. Экспедиция собрала, описала и подготовила к изучению свою «Золотую коллекцию» донских автохтонов из 55 сортов. Лучшие из них будут рекомендованы к промышленному производству. Составлен и опубликован Атлас «Дорогами донских автохтонов. Виноградарство и виноделие Донского края». Результаты экспедиции и Атлас были представлены на эногастрономическом фестивале «Красностоп Золотовский», прошедший 24.10.2023 г. в хут. Старозоловский РО.

Члены РОО ведут большую работу по формированию экологических знаний, мировоззрения и культуры у населения, сохранению природных ресурсов донской земли [7]. Ассоциация совместно с заповедником «Ростовский» является инициатором фестивалей экологического туризма «Воспетая степь», проводившихся ежегодно с 2013 г. в манычских степях и приуроченных к массовому цветению диких тюльпанов и ирисов. С IV-го фестиваля (2015 г.) ответственность взяла администрация РО. Проходят они в охранной зоне заповедника, а Ассоциация и заповедник остались основными исполнителями. В Год экологии и ООПТ (2017) VI-й фестиваль вошел в федеральные планы и на нем присутствовало 15 тыс. человек. С 2018 г. количество официальных экотуристов стали ограничивать 7 тыс. В 2022 г. состоялся X-ый, а в 2023 г. – XI-ый фестиваль [8]. В них участвовала делегация РГО вместе с вице-президентом акад. РАН А. А. Чибилевым. Площадки представили заповедник, музей-заповедник М. А. Шолохова, РОО, ЮНЦ РАН, Ассоциация, Ин-т степи УрО РАН, национальный парк «Койгородский» Республики Коми, Ростовская АЭС, АО «Семикаракорская керамика», ДГТУ, ЮФУ, Ростовский зоопарк, общественные и иные структуры, занимающиеся проблемами образования, науки и производственной деятельности с природоохранной, экологической, патриотической и культурной направленностью.

В 2023 г. исполнилось 245 лет со дня рождения Ф.Ф. Беллинсгаузена, 235 – М.П. Лазарева, 210 – Г.И. Невельского, 160 – П.К. Козлова, 160 – В.А. Обручева, 150 – М.В. Пришвина, 150 – М.И. Сумгина, 220 лет первому русскому кругосветному плаванию под руководством И.Ф.

Крузенштерна и Ю.Ф. Лисянского. Эти даты великих русских исследователей были отмечены на фестивале баннерами с их фотографиями, трудами, картами и иными экспонатами, рассказами специалистов. В лекционном шатре ученые ЮФУ, ЮНЦ РАН, Института степи УрО РАН, других центров познакомили школьников, кадетов, студентов и всех интересующихся с деятельностью русских географов, современными проблемами экологии, работами научных центров и перспективными исследованиями. Основными площадками во время фестиваля служили: цветущая весенняя степь около соленых оз. Маныч-Гудило, Лопуховатое и Грузское, питомник с ценными и редкими животными, экспонаты Визит-центра с панорамой рельефа, растительности и животного мира заповедника, другие достопримечательности манычских степей и озер. Сюда экотуристов (жителей РО, гостей из Москвы, Санкт-Петербурга, Калмыкии, Перми, Кубани, Ставрополья и других регионов) вывозили автотобусами, а экскурсоводы рассказывали им об истории, природе степей и её охране.

В 2021 г. в рамках Всесоюзного конкурса «Большая перемена» с тематикой «Сохраняй природу» и неделей «У нас одна Земля. В гармонии с природой» сотрудники Ассоциации участвовали в работе онлайн-лектория, познавательных и развлекательных контентов. Было охвачено более 2000 школьников страны. Для победителей (12 школьников 6-10 классов) и их родителей в мае Ассоциация, взяв расходы на себя, организовала поездки и провела экскурсии на МПК, в Ростовском зоопарке, хут. Старозолотовский. По просьбе школьников сообщество «Большая перемена» в марте 2022 г. организовало прямые эфиры в социальной сети «ВКонтакте», где члены РОО познакомили их с экологической ситуации в РО, природоохранной работой и её успехах. Члены РОО и, прежде всего, Ассоциации, заповедника, зоопарка, участвовали в конкурсе школьников «Большая перемена» по экологической тематике в 2022 – 2023 гг. и приняли победителей на Донской земле.

Деятельность РОО по сохранению природного наследия РО, формированию его понимания и любви у населения неразрывно связана с развитием патриотизма. Члены РОО регулярно отмечают День Победы над фашистами: на сайтах Ассоциации и других структур помещают фотографии воевавших родственников, статьи об их подвигах, воспоминания; выступают в СМИ, раскрывают роль природных ресурсов Дона и его населения в войне и т.д. РО граничит с территориями, где с 2022 г. ведётся СВО, и патриотическая деятельность здесь особенно важна. Члены РОО, вместе с военными ЮВО, бизнесом, государственными и негосударственными структурами приняли участие в строительстве и благоустройстве главного православного Храма Георгия Победоносца ЮВО в Ростове н/Д. Его настоятель – отец Валерий (Волощук В. Ю.) кандидат богословских наук, настоятель Воскресенского войскового собора, помощник командующего ЮВО по работе с верующими военнослужащими выбран членом Совета РОО. В Совет вошел и председатель Ростовского духовно-патриотического центра Св. Георгия Победоносца В.И. Чуцков. Вокруг храма создан большой парк с детскими площадками, сценой. На месте грязного ручья построен чистый пруд с ивами, утками, птицами на деревьях, белками. Парк стал местом памяти и отдыха населения окружающих его многоэтажек микрорайона. Храм и Духовно-патриотический центр, общественные патриотические структуры тесно связаны с военными ЮФО, СВО, жителями Донской земли, активно участвуют во многих патриотических мероприятиях.

Самостоятельно и совместно с заповедником, другими структурами сотрудники РОО ежегодно не менее 30 раз выступают на телевизионных каналах (I канал, Россия-1, Россия-2, Россия-24, НТВ, Life News, Russia Today, Культура, телекомпания «АСС-ТВ», Карусель, Дон ТР, Дон-24 и др.) и радио по вопросам природных богатств Донской природы и необходимости их сохранения. Большой интерес у населения вызывают краткие – «наносные» передачи ТВ о природе Дона (например, показанный на канале Россия-24 22.10.21 г. сюжет о массовом концентрации журавлей и гусей на Маныче). Сняты видеофильмы «Ассоциация «Живая природа степи», «Рожденные свободными», «Времена года», «Моя малая Родина», «Степь» и другие, которые демонстрируются на ТВ, в вузах, школах, на конференциях и иных местах. Вопросы охраны природы ежегодно 50-60 раз освещаются на страницах газет («Российская газета», «Крестьянин», «Комсомольская правда», «Наше время», «Вечерний Ростов», «Город N», «Академия» и т.д.), в популярных журналах («Степной бюллетень», «Saiga News», «Охота», «Рыбалка, охота, туризм», «Донской временник», «Кто главный», «Живописная Россия», «Российский географический журнал» и др.) и иных печатных изданиях. Ежегодно выходят научные монографии, труды и статьи, красочные альбомы, плакаты, открытки, карманные, настольные и настенные календари с природными объектами и призывами их сохранения.

Периодически устраиваются фотовыставки в администрациях районов и ЗС РО, музеях, ООО «Газпром межрегионгаз Ростов-на-Дону», Донской публичной библиотеке и других местах.

Основным направлением деятельности РОО РГО является обеспечение экологических, социальных и экономических аспектов устойчивого развития. Проблемы сохранения, рационального использования и управления природными ресурсами и, прежде всего. биоразнообразием многочисленны, требуют постоянного внимания и больших усилий со стороны всего общества. Имеющийся опыт их решения в России и других странах, адаптация его к современным условиям, использование новых инновационных технологий в сфере обеспечения устойчивого развития свидетельствуют о широких возможностях в их успешном решении. Для этого необходимо объединение усилий властей, бизнеса, различных государственных, коммерческих и общественных структур, всего населения в этом направлении. В РО в том числе и РОО РГО эта работа началась и есть надежда, что природные ресурсы будут разумно использоваться, восстановятся «чистые» вода, воздух и почвы, сохранится биоразнообразие с его биоресурсами, а благосостояние и здоровье населения Донской земли – улучшаться.

Список литературы

1. Белозеров С.Е. Очерки истории Ростовского университета. Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 1959. 362 с.

2. Миноранский В.А., Даньков В.И., Толчеева С.В., Малиновская Ю.В., Безуглова Е.А. Ассоциация «Живая природа степи» и её роль в охране биоресурсов Дона. Ростов н/Д: Foundation, 2015. 104 с.

3. Узденов А.М., Миноранский В.А, Даньков В.И., Малиновская Ю.В. Деятельность ассоциации «Живая природа степи» по сохранению биоресурсов на водно-болотных угодьях международного значения в Ростовской области //Биологическое разнообразие азиатских степей: Материалы IV междунар. науч. конф. (14 апреля 2022 г., г. Костанай, Казахстан). Костанай: КРУ им. А.Байтурсынова. 2022. С. 347-352.

4. Миноранский В.А., Толчеева С.В. Вольерное содержание сайгака (*Saiga tatarica* L.). Ростов н/Д: Изд-во «Ковчег», 2010. 288 с.

5. Узденов А.М., Миноранский В.А., Даньков В.И., Галкина С.Н., Малиновская Ю.В. Охотничье хозяйство «АРГАМАК-Р»: опыт сохранения и восстановления биоресурсов на Веселовском водохранилище // Биологическое разнообразие: сохранение, восстановление, рациональное использование: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (г. Керчь, 13-18 сентября 2022 г.). Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2022. С. 72-76.

6. Степная Евразия – устойчивое развитие: сб. матер. форума / отв. ред. К.Ш. Казеев. Ростов н/Д, Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2022. 302 с.

7. Миноранский В.А., Узденов А.М., Даньков В.И., Малиновская Ю.В. Экологическое воспитание и образование населения на базе природоохранной деятельности Ассоциации «Живая природа степи» // Биолог. разнообразие: сохранение, восстановление, рациональное использование: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (г. Керчь, 13-18 сентября 2022 г.). Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2022. С. 302-309.

8. Тимофеенко Ю.В., Миноранский В.А. XI фестиваль экологического туризма «Воспетая степь» // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2023. № 1. С. 147-151.

УДК 502.52 (574.1)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-334-339

ФЛУКТУАЦИЯ ГАЛОФИТНЫХ СООБЩЕСТВ НА ОБНАЖЕННОЙ ЧАСТИ ОЗЕРА ЧЕЛКАР

FLUCTUATION OF HALOPHYTIC COMMUNITIES ON THE EXPOSED PART OF LAKE CHELKAR

*Дарбаева Т.Е., **Альжанова Б.С., *Бохорова С.Н., *Сарсенова А.Н.
*Darbayeva T.Ye., **Alzhanova B.S., *Bokhorova S.N., *Sarsenova A.N.

Западно-Казахстанский университет имени Махамбета Утемисова, Уральск, Республика Казахстан
Makhambet Utemisov West Kazakhstan University, Uralsk, Republic of Kazakhstan

E-mail: *zapkazgu@mail.ru, **aljanB@mail.ru

Аннотация. Озеро Челкар, расположенное в пределах Западно-Казахстанской области относится к Евразиатской степной зоне, где граничат две подзоны: сухие типчаково-ковыльные на каштановых почвах и опустыненные полынно-типчаково-ковыльные на светлокаштановых почвах. В настоящее время наблюдается интенсивное усыхание и сокращение водной поверхности озера Челкар. Прибрежная зона отступила на 650-850 м, обнажив засоленное дно. Особенно сильной деградации подверглись тростниковые и прибрежно-водные заросли.

После спада воды на освободившейся части дна озера развиваются галофитные пионерные виды из однолетних солянок и единичные экземпляры кермека кустарникового (*Limonium suffruticosum*). По мелким песчаным депрессиям отмечены *Suaeda acuminata*, *Petrosimonia brachiata*, *Salicornia europaea* и др. После поселения галофитных видов, начинается внедрение тростника (*Phragmites australis*), вначале единично, а затем он образует прерывистую полосу. Постепенно образуются песчаные валы, где доминируют кустарниковые сообщества (*Tamarix laxa*). Самую нижнюю часть литорали образуют гмелинокермековые ценозы (*Limonium gmelinii*). В растительность коренного берега озера Челкар отмечено внедрение сорных видов, выше которого располагаются плакоры с мятликово-лерхополынными сообществами (*Artemisia lercheana, Poa bulbosa*).

На изучаемой территории, за весьма короткий срок, в растительном покрове произошли изменения связанные с замещением прибрежно-водных растений на сообщества галофитов. В целях снижения отрицательных последствий от усыхания озера Челкар необходимо проведение комплекса мероприятий.

Ключевые слова: Западно-Казахстанская область, озеро Челкар, флуктуация, галофитные сообщества,естественное зарастание растительности, литораль.

Abstract. Lake Chelkar, located within the West Kazakhstan region, belongs to the Eurasian steppe zone, where two subzones border: dry fescue-feather grass on chestnut soils and desertified wormwood-fescue-feather grass on light chestnut soils. Currently, there is an intensive drying out and reduction of the water surface of Lake Chelkar. The coastal zone retreated by 650-850 m, exposing the saline bottom. Reed and coastal-water thickets were especially severely degraded.

After the water recedes, halophytic pioneer species from annual saltworts and single specimens of sea lavender (*Limonium suffruticosum*) develop on the freed part of the lake bottom. In shallow sandy depressions, *Suaeda acuminata*, *Petrosimonia brachiata*, *Salicornia europaea*, etc. are noted. Sandy ridges (*Phragmites australis*) are gradually formed, where shrub communities (*Tamarix laxa*) dominates. The lowermost part of the littoral zone is formed by sea lavender (*Limonium gmelinii*) cenoses. The introduction of weed species into the vegetation of the bedrock bank of Lake Chelkar was noted, above which there are upland areas with bluegrass-wormwood communities (*Artemisia lercheana*, *Poa bulbosa*).

In the study area, in a very short period of time, changes occurred in the vegetation cover associated with the replacement of coastal aquatic plants with halophyte communities. In order to reduce the negative consequences of the drying out of Lake Chelkar, it is necessary to carry out a set of measures.

Key words: West Kazakhstan region, Chelkar lake, fluctuation, halophyte communities, natural vegetation overgrowth, littoral.

Введение. На территории Западно-Казахстанской области насчитывается 3260 озер, из которых 97% имеют площадь зеркала менее 1 км^2. Общая площадь зеркала озер составляет 908 км^2, из которых 20% составляют малые озера. В бассейне р. Урал и в области крупнейшим является озеро Челкар.

Озеро Челкар расположено в мульде оседания соляно-купольной структуры. В конце XX века озеро имело следующие физические параметры: его длина с севера на юг – 18 км, ширина с

запада на восток – 14 км. Средняя площадь зеркала 200 км^2, средняя глубина озера – 7 м, максимальная до 12 м. Минерализация воды в пределах 2,9-6,7 г/л. Береговая линия почти не изрезана. Ширина прибрежно-водных рогозовых, тростниковых, камышовых зарослей колебалась от нескольких метров до 500-1000 м. Питание происходило за счет рек, стекающих с Подуральского плато [1].

На протяжении последних 30 лет озеро Челкар находится в стадии регрессии. При этом на обнаженной части дна озера параллельно идут сукцессионные процессы и постепенное восстановление почвенно-растительного покрова.

Поэтому исследование процессов восстановления растительности, происходящих на обнаженной части дна озер являются актуальными. Зарастание литорали в пределах Северного Прикаспия изучал д.б.н., профессор В.В. Иванов на примере Каспийского моря, где отметил некоторые закономерности. Он еще в 1954 году писал, «что по мере отступания моря освободившиеся площади довольно быстро заселяются пестрым и разреженным ковром растений». Вначале на голых, вышедших из под моря, песчаных или иловатых равнинах появляются однолетние солянки, позже их сменяют многолетние полукустарничковые галофиты, затем наблюдается господство полыней, позже в них внедряются злаки, формируя злаково-полынные и полынно-злаковые сообщества, и наконец, развиваются настоящая разнотравная степь [2].

Материалы и методы. На обнаженной части дна озера Шалкар проведены многолетние полевые исследования. Цель исследования – изучение современного состояния растительного покрова и процессов самозарастания высохшего дна озера. Трансекта-катена заложена в южной части озера от уреза воды через обнаженные участки бывшего дна, возвышенного коренного берега и до окружающих участков комплексной степи. На учетных площадках 10×10 м (100 м^2) выполнено ботаническое описание растительности и определены растительные сообщества [3, 4].

Результаты исследований и их обсуждение. Согласно геоботаническому районированию Е.М. Лавренко (1991) территории, прилегающие к озеру Челкар, относятся к Евразиатской степной зоне, где граничат две подзоны: сухие типчаково-ковыльные на каштановых почвах и опустыненные полынно-типчаково-ковыльные на светлокаштановых почвах [5]. Флора и растительность исследуемой территории формировалась при взаимодействии сухих дерновинно-злаковых и полукустарничково-дерновиннозлаковых степей.

Отличительной чертой опустыненных степей является комплексность растительности и почвенного покрова. Здесь наблюдается большой дефицит влаги и огромное испарение [6]. На комплексность растительного покрова влияла сильная засоленность почвообразующих пород и выравненность рельефа. Кроме того здесь распространены солонцы, занимающиеся 56% территории [1]. На всей территории наблюдается выпас и перевыпас пастбищных угодий.

Большую часть растительного покрова равнины составляют полукустарничковые (*Artemisia austriaca* Jacq., *A. Lercheana* Weber ex Stechm., *A. pauciflora* Weber, *Bassia prostrata* (L.) Beck., *Tanacetum achilleifolium* (M. Bieb.) Sch. Bip.) сообщества. Доля полыней составляет 50-60% от всей площади и они являются доминирующими и содоминирующими видами. Наиболее часто встречаются следующие соообщества: острецово-лерхополынные, молочаево-лерхополынные, мятликово-лерхополынные.

Территория исследования представлена равнинами Прикаспийской низменности с относительной высотой 50 м над уровнем моря. Среди равнины четко выделяется солянокупольное поднятие – г. Сасай (94 м), с межгрядовыми долинами, оврагами, балками, эрозионными ложбинами; конусы их выноса, иногда достигают озера Челкар. Кроме того здесь характерны западины, лопатины, понижения, солонцы, солончаки, соры, депрессии. На плато солянокупольного поднятия доминируют ксерофильные полукустарничковые сообщества из *Anabasis salsa* (C.A. Mey.) Benth. ex Volkens, *Artemisia lercheana, A.lessingiana* Besser., *A. pauciflora*, *Bassia prostrata*, *Camphorosma monspeliaca* L., *Salsola laricina* Pall. и др. Для межгрядовых долин, балок и пологих склонов характерны кустарниковые заросли из *Caragana frutex* (L.) K. Koch., *Spiraea crenata* L., с единичными *Amygdalus nana* L., *Chamaecytisus borysthenicus* (Gruner) Klask., *Rhamnus cathartica* L. и с мезофильным разнотравьем из *Achillea millefolium* L., *Asparagus officinalis* L., *Nepeta ucranica* L., *Viola canina* L. и др.

Для западин и понижении типичными сообществами являются тырсовые (*Stipa capillata* L.), типчаковые (*Festuca valesiaca* Gaudin), полынковые (*Artemisia austriaca*), лерхополынно-острецовые (*Artemisia lercheana, Leymus ramosus* (Trin.) Tzvelev), житняковые (*Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) P. Beauv.).

По подошве г. Сасай развиты солончаки, где характерными сообществами являются *Alhagi pseudalhagi* M. Bieb.) Desv. ex Wangerin, *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb.), *Limonium suffruticosum* (L.) Kuntze). На сорах и в различных депрессиях доминирующее положение занимают *Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge, *Salicornia europaea* L., *Suaeda altissima* (L.) Pall. В глубоких депрессиях встречается *Neotrinia splendens* (Trin.) M. Nobis, P. Gudkova et A. Nowak, края которой заняты *Nitraria schoberi* L. Для корковых солонцов характерными являются *Artemisia pauciflora*, *Atriplex cana* C.A. Mey, *Bassia prostrata*, *Camphorosma monspeliaca* L.

В настоящее время наблюдается интенсивное усыхание и сокращение водной поверхности озера Челкар. Прибрежная зона отступила на 650-850 м, обнажив засоленное дно озера. *(рисунок 1)*.



а б

Рисунок 1. Озеро Челкар (по данным космических снимков из *Google Earth*): а – в 1984 г., б – в 2023 г.

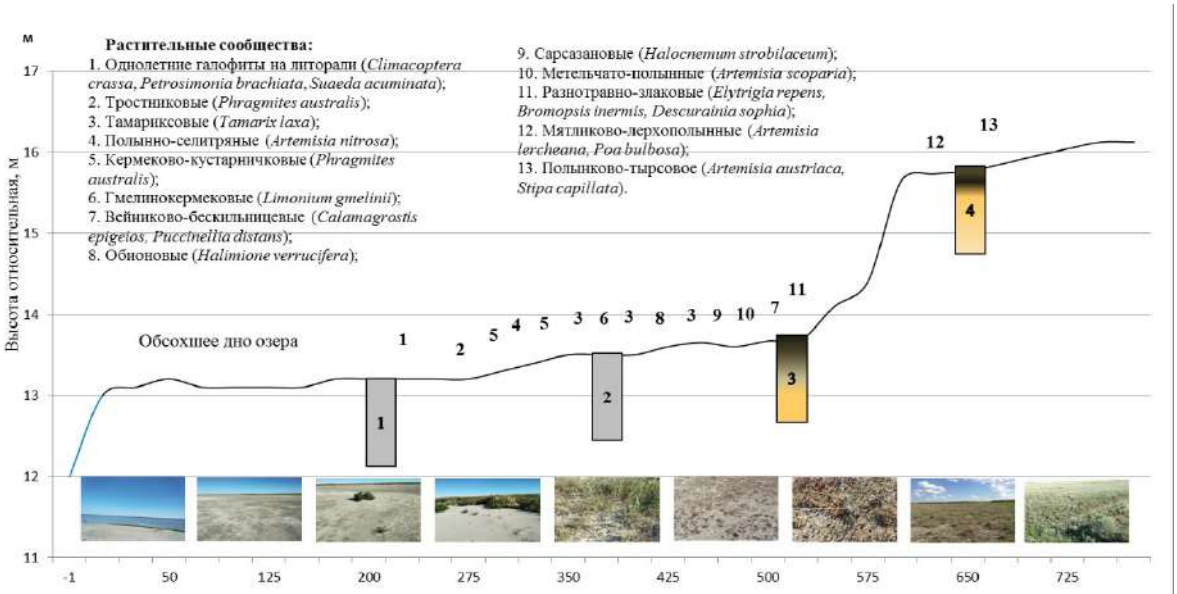
Особенно сильной деградации подверглись тростниковые и прибрежно-водные заросли. На изучаемой территории, за весьма короткий срок, в растительном покрове произошли изменения связанные с замещением прибрежно-водных растений на сообщества галофитов.

С целью изучения современного экологического состояния территории и процессов самозарастания нами был заложен эколого-геоботанический профиль от обнажившегося дна озера Челкар до коренного берега *(рисунок 2)*.

Освободившаяся часть озера покрыта ракушняком. После спада воды на обнажившейся территории, которая получает большое количество воды, развиваются галофитные пионерные виды из однолетних (*Climacoptera crassa* (M. Bieb.) Botsch., *Salsola soda* L.) и единичных полукустарничков (*Limonium suffruticosum*). По мелким песчаным депрессиям отмечены *Petrosimonia brachiata*, *Salicornia europaea*, *Suaeda acuminata* (C.A. Mey.) Moq. и др.

После поселения галофитных видов, начинается внедрение *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), вначале единично, а затем он образует прерывистую полосу с единичными вкраплениями *Tamarix laxa* Willd и *Limonium suffruticosum (рисунок 3)*.

Постепенно образуются песчаные валы, высотой от 2 до 3 метров и шириной 15-30 м, где доминирует кустарник *Tamarix laxa*. Здесь возникают благоприятные условия для произрастания не только галофитных, но и сорных видов. Нами отмечено 25 видов, среди которых преобладающим родом является *Limonium* (*L. gmelinii* (Willd.) Kuntze, *L. otolepis* (Schrenk) Kuntze, *L. suffruticosum*). Кроме них характерны длиннокорневищные представители: *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Leymus ramosus*, *Phragmites australis* и др. Из сорных встречаются *Ambrosia artemisiifolia* L., *Atriplex sagittata* Borkh., *Conyza canadensis* (L.) Cronquist. и др. Из корневищных отмечены *Argusia sibirica* (L.) Dandy, *Aster amellus* L., *Lactuca tatarica* и др. Также здесь поселяются *Artemisia nitrosa*, *A. scoparia*. Из однолетних видов отмечены *Atriplex littoralis*, *Berteroa incana* (L.) DC., *Ceratocarpus arenarius*, *Polygonum arenarium* Waldst. & Kit. и др.



Химические свойства почв

Номер шурфа	Ск (1)	Ск(2)	Сн л (3)	К2+Сн (4)
Плотный остаток, %	2,842	1,162	1,118	0,172
pH	8,85	8,37	8,1	8,31
Тип и степень засоления	ХС, очень сильно	Х, очень сильно	ХС, сл.зас.	СХ, сл.зас.

Условное обозначение

Тип засоления: ХС - хлоридно-сульфатный; Х - хлоридный; СХ - сульфатно-хлоридный;
Степень засоления; сл.зас. - слабое засоление; очень сильно - очень сильное засоление

Рисунок 2. Эколого-геоботанический профиль обнаженной части озера Челкар. Координаты начального и конечного пунктов профиля N50.48318 E051.66793 – N50.47651 E051.67035.



Рисунок 3. Пионерная растительность на обнаженной части дна озера Челкар.

Сообщества *Artemisia nitrosa* Weber ex Stechm. формируются в пониженных местах после песчаного вала. Видовой состав характеризуется единичным внедрением стержнекорневых степных видов *Ferula caspica* M. Bieb., *Phlomis pungens* Willd., *Tanacetum achilleifolium* (M. Bieb.) Sch. Bip. Среди селитряннополынных сообществ выделяются «пятна» *Artemisia monogyna* Waldst. & Kit. Южнее таких сообществ формируются второй песчаный вал высотой 3-4 м с видовым составом как в первом вале.

Ниже по рельефу, по-видимому, увеличиваются содержание солей (1,162-2,842%) и вследствие этого формируется полоса кермеково-кустарничковых сообществ шириной 3-4 м. Отмечено присутствие кермеков (*Limonium gmelinii*, *L. otolepis*, *L. suffruticosum*) и однолетних галофитных представителей (*Salicornia europaea*, *Salsola soda*, *Suaeda corniculata* (C.A. Mey.) Bunge и т.д.).

В самой нижней части литорали поселяются *Limonium gmelinii*, занимающие почти 40% всей территории. Отмечается преобладание однолетников, среди которых *Atriplex littoralis* L., *Lactuca serriola* L., *Salsola acutifolia* (Moq.) Bunge, *S. soda* и т.д. Заметно внедрение короткокорневищных (*Aster amellus*, *Tanacetum achilleifolium*), рыхлодерновинных (*Poa bulbosa* L.), дерновинных (*Puccinellia distans* (Jacq.) Parl.) видов, а также полукустарничков (*Artemisia monogyna*) и полукустарников (*Halocnemum strobilaceum*, *Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen).

Вейниково-бескильницевые сообщества образуют полосу шириной 2-3 м по всей литорали. Здесь отмечены длиннокорневищные (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Calamagrostis epigeios*, *Phragmites australis*), стержнекорневые (*Medicago falcata* L., *Melilotus albus* Medik.), дерновинные (*Puccinellia distans*) и однолетние (*Conyza canadensis*, *Xanthium strumarium* L.) виды.

По краю литорали появляются мозаичные галофитные группировки из *Halimione verrucifera*, *Halocnemum strobilaceum*, *Puccinellia distans*, с вкраплениями однолетних видов (*Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Artemisia absinthium* L., *Bromus squarrosus* L., *Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. & Spach, и т.д.). Хорошо выделяются сорное разнотравье (*Asperugo procumbens* L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl)) и синузия злаков (*Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult., *Bromopsis inermis*, *Elytrigia repens* (L.) Nevski), *Koeleria macrantha* (Ledeb.) Schult., *Phragmites australis*, *Poa bulbosa* и др.

На краевых участках литорали приуроченных к склону распространены разнотравно-злаковые ценозы с внедрением единичных кустарников (*Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb., *Ribes aureum* Pursh, *Spiraea hypericifolia* L.) *(рисунок 4)*.



Рисунок 4. Склон коренного берега озера Челкар.

Растительность коренного берега озера Челкар, испытывает сильный антропогенный пресс, поэтому здесь отмечены сорные виды, такие как *Berteroa incana*, *Leonurus cardiaca* L., *Sedobassia sedoides* (Pall.) Freitag & G. Kadereit и др., по пониженным участкам заметно присутствие *Agropyron fragile* (Roth) P. Candargy *Calamagrostis epigeios*, *Cynanchum acutum* L., *Galium verum L., Melilotus officinalis* (L.) Lam., *Stipa capillata*, *Tanacetum millefolium (L.) Tzvelev* и др.

Выше коренного берега располагаются плакоры, с сильно выраженным выпасом, где формируются мятликово-лерхополынные, чернополынные, камфоросмовые, изеновые сообщества в сочетании со злаковыми (*Festuca valesiaca* Gaudin*, Poa bulbosa*, *Stipa capillata*, *Leymus ramosus* и др.).

Заключение. Таким образом, в результате исследования выявлен экологический ряд смены растительных сообществ исследуемой территории: в начале поселяются галофитные пионерные однолетние галофитные виды солянок с полукустарничками, позже их сменяют длиннокорневищные виды, а потом полыни, постепенно появляются кермековые сообщества, затем поселяются короткокорневищные и дерновинные, еще позже отмечается внедрение полукустарничков и полукустарников в сочетании со злаками, после которых формируются кустарниково-разнотравные и разнотравно-злаковые сообщества. По всей вероятности, эти стадии сходны с формированием растительного покрова на территориях после отступания Каспийского моря, которые были отмечены д.б.н., профессором В.В. Иванов.

В зависимости от разнообразия локальных особенностей исследуемого региона стадия зарастания литорали озера Челкар может иметь различные вариации, как отрицательные, так и положительные.

В целях снижения отрицательных последствий от усыхания озера Челкар мы рекомендуем проведение комплекса мероприятий:

– создание защитных насаждений на обнаженной части озера с использованием местных адаптированных к данной природно-климатической зоне растений;

– запрет на беспорядочное передвижение автотранспорта, которое оказывает негативное влияние на естественное возобновление почвенно-растительного покрова;

– постоянный мониторинг за состоянием окружающей природной среды;

– широкое привлечение местного населения к восстановлению нарушенных экосистем.

Список литературы

1. Петренко А.З., Джубанов А.А., Фартушина М.М., Чернышев Д.М., Тубетов Ж.М. Природно-ресурсный потенциал и проектируемые объекты заповедного фонда Западно-Казахстанской области. Уральск: РИО ЗКГУ, 2001. 175 с.

2. Иванов В.В. Степи Западного Казахстана в связи с динамикой их покрова. Уральск: ОФ «Евразийский союз ученых», 2007. 288 с.

3. Ярошенко П.Д. Геоботаника. М., 1969. 198 с.

4. Walker LR, Wardle DA. Plant succession as an integrator of contrasting ecological time scales. Trends Ecol Evol. 2014. Vol. 29(9). P. 504-10. DOI: 10.1016/j.tree.2014.07.002.

5. Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И. Степи Евразии. Л., 1991. 144 с.

6. Бобровская Н.И. Об особенностях утилизации воды и водообмена растений степных и пустынных экосистем Монголии // Проблемы ботаники на рубеже XX-XXI веков. Т. 1. СПб.: Ботанический институт, 1998. С. 226.

УДК 502.45
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-340-347

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФАУНЫ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БУЗУЛУКСКИЙ БОР»

HISTORY OF THE FORMATION OF THE VERTEBRATE FAUNA OF THE BUZULUKSKY BOR NATIONAL PARK

Дебело П.В.[1], Латыпов А.А.[2]
Debelo P.V.[1], Latypov A.A.[2]

[1,2]ФГБУ «Национальный парк «Бузулукский бор», Оренбургская область, Бузулукский район, пос. Колтубановский, Россия

[1,2]Federal State Budgetary Institution "Buzuluksky Bor National Park", Orenburg region, Buzuluksky district, Koltubanovsky village, Russia

E-mail:[1]pvdebelo@mail.ru, [2]info@npbuzbor.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы происхождения и формирования фаунистического комплекса позвоночных животных Бузулукского бора. Начальным этапом его формирования явилось возникновение в силурийском периоде рыбообразных бесчелюстных круглоротых, затем комплекса пресноводных костных рыб, а с мелового периода наземных сухопутных форм. К концу палеогенового времени на территории региона уже были представлены несколько семейств рыб, на базе которых впоследствии получили развитие современные ихтиологические комплексы, появилось несколько современных родов птиц и все современные отряды млекопитающих. В неогене здесь уже в основном сформировались современные батрахологические и герпетологические сообщества, закончились основные процессы становления степного фаунистического комплекса, шло активное становление водно-болотных сообществ птиц. Плейстоценовые похолодания определяли существенную перестройку всего фаунистического комплекса региона и формирование перигляциальных условий со своеобразной мамонтовой фауной. При межледниковых потеплениях на территории бора началось формирование современных ландшафтов и фаунистического комплекса, в составе которого по разным источникам сейчас насчитывается 24 вида рыб, по 6-8 видов амфибий и рептилий, до 55 видов млекопитающих и 150-180 видов птиц. Его изменения продолжаются и в настоящее время. Основной их причиной признаются циклические колебания климата, динамика ландшафтов, растительных сообществ, а также влияние антропогенных факторов. Приводятся обобщенные данные по составу фаунистических сообществ позвоночных на разных этапах истории бора.

Ключевые слова: Бузулукский бор, климат, ландшафты, растительные сообщества, фаунистические комплексы.

Abstract. The issues of the origin and formation of the faunal complex of vertebrates of the Buzuluksky forest are considered. The initial stage of its formation was the emergence in the Silurian period of fish-like jawless cyclostomes, then a complex of freshwater bony fish, and from the Cretaceous period of terrestrial land forms. By the end of Paleogene time, several families of fish were already represented in the region, on the basis of which modern ichthyological complexes subsequently developed, several modern genera of birds and all modern orders of mammals appeared. In the Neogene, modern batrachological and herpetological communities had already largely formed here, the main processes of the formation of the steppe faunal complex had ended, and the active formation of wetland bird communities was underway. Pleistocene cooling determined a significant restructuring of the entire faunal complex of the region and the formation of periglacial conditions with a unique mammoth fauna. During interglacial warming, the formation of modern landscapes and a faunal complex began in the forest area, which, according to various sources, now includes 24 species of fish, 6-8 species of amphibians and reptiles, up to 55 species of mammals and 150-180 species of birds. Its changes continue to this day. Their main cause is considered to be cyclical climate fluctuations, the dynamics of landscapes, plant communities, as well as the influence of anthropogenic factors. Generalized data on the composition of faunal communities of vertebrates at different stages of the history of the forest are presented.

Key words: Buzulúksky forest, climate, landscapes, plant communities, faunal complexes.

Введение. Исследование Бузулукского бора – уникального в степном Волго-Уральском междуречье лесного массива, начато около 200 лет назад. Однако позвоночные животные до настоящего времени остаются одним из наиболее слабо изученных компонентов его экосистем. История же формирования этого реликтового фаунистического комплекса практически не исследована. Настоящая работа по сути является первой попыткой выявить основные этапы его

формирования со времени появления первых позвоночных до настоящего времени, когда этот комплекс стал включать около 250 видов, входящих в состав 5 классов.

Материалы и методы. Обзор составлен на основе обобщенных палеоклиматических, палинологических и палеофаунистических данных по региону и сопредельной территории. При реконструкции палеобиологических изменений использована общепринятая схема ландшафтно-климатической периодичности. Характеристика климатообусловленных изменений ландшафтов региона и составляющих их компонентов за последнее столетие приводится по опубликованным и фондовым ведомственным материалам.

Результаты исследований. Национальный парк «Бузулукский бор», созданный постановлением Правительства Российской Федерации от 02.06.2007 г. № 709-р, располагается в пределах Боровско-Присамарского ландшафтного района Общесыртовского округа Общесыртовско-Предуральской провинции степной зоны Восточно-Европейской равнины. Его территория (106,8 тыс. га), помимо расположенного в тектонической котловине соснового бора, включает также часть занятых дубравами и степями склонов окружающих сыртов.

Формирование фаунистического комплекса позвоночных животных этой территории началось в силурийский период, когда в море, омывающем Восточно-Европейскую платформу, появились рыбообразные бесчелюстные круглоротые (Cyclostomata). Их дальнейшее развитие, а затем возникновение и эволюция костных рыб, в условиях неоднократных трансгрессий и регрессий палеозойских и мезозойских морей, привели к образованию в меловом периоде комплекса пресноводных форм, населяющих мелководья и внутренние водоемы её юго-восточной окраины. К этому времени относится и заселение суши региона, которое совпало со сменой существовавшей здесь с триаса мезофитной флоры покрытосемянными растениями.

Новый этап истории фауны региона начался с наступлением палеогена, когда в плиоценовое время на базе пресноводного комплекса формировались речные осетровые (Acipenseridae) и лимнофильная озерно-болотная группа, состоящая из представителей ильных рыб (Amidat) и семейства панцирниковых (Lepisosteidat). На суше это время характеризовалось теплым и влажным климатом, сложившимся после регрессии среднеэоценового моря и широким распространением на образовавшихся озерно-аллювиальных пространствах, пересекаемых густой речной сетью, вечнозеленых тропических лесов. К концу эоценового-началу олигоценового времени здесь уже были представлены все современные отряды млекопитающих и ряд семейств в составе насекомоядных (ежи), грызунов (хомяки, тушканчики, бобры), хищных (кошачьи, куньи, медвежьи) и парнокопытных (свиньи). К олигоцену появились также представители некоторых современных родов из веслоногих, гусеобразных и хищных птиц.

В процессе последующего развития кайнозойской складчатости по периферии бузулукской котловины образовался ряд сводовых поднятий, на пространствах которых, как и на сопредельной территории, в олигоцен-миоценовое время началось формирование денудационно-аккумулятивной равнины. На её поверхности в связи с глобальным похолоданием (вызванным открытием Северного океана) постепенно формировались сменяемые друг друга субтропические, широколиственные (с элементами «тургайской флоры» и индрикотериевой фауны) леса, а также открытые степные пространства.

В конце палеогена в связи с развитием речной сети на Восточно-Европейской равнине начался переход его озерно-болотного ихтиофаунистического комплекса к озерно-речной ихтиофауне неогена, представленной карповыми (Cyprinidae), окуневыми (Percidae) и щуковыми (Esocidae). Представители этих семейств и составили основу амфибиотического ихтиологического сообщества, на базе которого впоследствии получили развитие бореальный, арктический и понто-каспийский пресноводный ихтиофаунистические комплексы [1, 2].

Сравнительно благоприятные условия у южных пределов равнины сохранялись и в начале миоценового времени неогена, когда лесные сообщества тургайского (арктотретичного) типа достигли расцвета и в них сформировался анхитериевый фаунистический комплекс, в составе которого на разных этапах появлялись насекомоядные (выхухоли, кроты, землеройки), наземные беличьи (суслики), первые мыши. Однако уже во второй половине этого времени начался распад этого пояса, в связи с чем на Общем Сырте роль теплолюбивых и влаголюбивых видов снижается, а широкое распространение получают более холодоустойчивые широколиственные (бук, дуб, вяз, липа) и мелколиственные леса с анхитериевыми реликтами. Дальнейшее похолодание привело к тому, что в конце миоцена-начале плиоцена на значительной части его территории леса распались на отдельные массивы, а у их северных пределов появились первые таежные элементы (пихта, ель, сосна), что ознаменовало начало формирования и

последующего распространения лесов с доминированием бореальных элементов. Все это позволяет флору этого времени отнести к европейской флористической области [3].

Вторая половина плиоценового времени – акчагыльская эпоха (3,0-1,5 млн л.н.) отличалась неоднократными изменениями площади, климата и, соответственно, флористических и фаунистических комплексов. В максимальную фазу трансгрессии море достигало подножья, а по долине р. Самары и её притоков проникало вглубь Общего Сырта. В связи с этим на затопленной территории (в т.ч. Бузулукской котловине) установился морской облик ихтиофауны, а пресноводная была оттеснена в верховье Самары и её притоков. Однако последующая регрессия моря привела к гибели морского комплекса и последующему восстановлению распространения пресноводных форм.

На суше эти изменения привели к установлению в южной части Общего Сырта господства лугово-степных и лесостепных сообществ с характерными представителями гиппарионового фаунистического комплекса позвоночных. Немногим севернее лесостепь постепенно сменялась поясом широколиственных и светлохвойных (с березой, ольхой, ивами) лесов, в которых к этому времени сформировалось основное ядро фаунистического комплекса позвоночных южной части Восточно-Европейской платформы. В его состав входили некоторые дневные хищные птицы (сокола, ястреб-тетеревятник, коршун, луни), совы (филин, серая неясыть, ушастые, сычи), дятлы (пестрые, черный, вертишейка), воробьинообразные (трясогузки, врановые, иволга, синицы, славки, дрозды, сорокопуты, мухоловки, овсянки). На сопредельных морских побережьях и в долинах рек шло активное становление комплекса водно-болотных птиц (большая, серощекая и черношейная поганки, большой баклан, серая цапля, малая выпь, лебеди шипун и кликун, кряква, чирок-трескунок, возможно, красноголовый нырок,пастушки, чайки, речная и малая крачки, чибис, перевозчик, зуйки, желтая трясогузка, дроздовидная камышевка). По речным долинам шло активное продвижение на север шилохвости, чирка-свистунка, хохлатой чернети, некоторых сов. К концу неогена закончились и основные процессы становления южнее расположенного степного фаунистического комплекса, в составе которого получают распространение некоторые дрофы, перепел, серая куропатка, степной орел, жаворонки, каменки, чеканы [2]. По сопредельным лесным и лесостепным сообществам Поволжья в отложениях этого времени найдены остатки 18 форм амфибий и 20 рептилий [4], часть из которых входит в состав современных батрахологического (чесночница, зеленая жаба, озерная и прудовая лягушки) и герпетологического (прыткая ящерица, веретеница, медянка, узорчатый полоз, обыкновенная гадюка) комплексов бора.

С наступлением четвертичного периода резко усилилась динамика всех природных процессов, сопровождаемых чередованием 4-5 ледниковых (по 70-120 тыс. лет) и межледниковых (по 15-20 тыс. лет) эпох и, соответственно, изменениями облика и границ ландшафтов [5]. Территория Общего Сырта ледниками не покрывалась, хотя их близость приводила к формированию на севере региона перигляциальных условий, сопоставимых с современной тундрой, а в средней полосе сосново-лиственично-березовой лесостепи с фрагментами угнетенных широколиственных лесов по речным долинам и в котловинах между сыртами (которые сохранились даже во время наиболее экстремального валдайского оледенения). Эти участки, по-видимому, оказались своеобразными «микрорефугиями», где не только сохранялись некоторые представители плиоценового фаунистического комплекса, вымерзающие на перигляциальных равнинах, но видовой состав существенно обогащался за счет мигрантов с севера. Так, если в древних плейстоценовых отложениях сопредельного Самарского левобережья Волги отмечены остатки 21 вида млекопитающих, то в средне- и позднеплейстоценовых – 33 и 32 видов, соответственно. Из них 33 (67%) вида представлены обитателями открытых тундро-степных, лесо-степных и степных видов, 4 (8%) были эвритопными и лишь 12 (25%) населяли лесные сообщества [6]. Последнее, наиболее значительное распространение перигляциальные сообщества получили в позднем дриасе (Dr-3) – времени перехода от позднеледниковых растительных сообществ к послеледниковым [7, 8].

Плейстоценовые похолодания, начавшиеся на юго-восточной окраине Восточно-Европейской равнины в эоплейстоцене, определили существенную перестройку фаунистического комплекса не только региона, но и всей северной половины Евразии. Они привели к формированию так называемой «мамонтовой фауны», индикаторами которой были свыше 30 видов зверей, в том числе: мамонт, суслики, сурки, узкочерепная полевка, желтая пеструшка, заяц-беляк, степная пищуха. В дендрофильных сообществах это время было временем расцвета ряда полевок, широко распространились здесь лось, косуля, кабан, бобр, волк,

бурый медведь, барсук, хорь и некоторые другие виды зверей. Вместе с тем, неоднородность условий такой громадной территории определила её дифференциацию на 6 провинций, среди которых наиболее значительными по площади были тундровостепная (или тундро-лесостепная, восточный вариант), пеструшковая степная (включающая наш регион) и сусликово-тушканчиковая пустынная [9, 10]. Из птиц широкое распространение получили жаворонки, луни, полевой конек; похолодание способствовало проникновению на территорию региона тетерева, желны, сойки, ястреба-тетеревятника, гоголя, большого и малого пестрых дятлов, ряда синиц и славок, коноплянки, по долинам рек здесь появились зимородок, ремез [11].

В условиях потепления и повышенного увлажнения межледниковых эпох резко усиливалась эрозия плиоценовых поверхностей окружающих бузулукскую котловину сыртов, увеличились масштабы склонового сноса продуктов денудации, которые затем подвергались неоднократному размыву и переотложению древними реками, непостоянными водотоками, а местами они представляют собой конусы выноса балок и овражных русел, впоследствии подвергшихся ветровой эрозии. В итоге к концу плейстоцена в котловине сформировалась полого-увалистая денудационно-аккумулятивная равнина (крупные гряды, гривы и цепочки холмов, разделяемые понижениями, в которых периодически возникали озера или болота, сейчас и представляют собой реликты былой деятельности водотоков плейстоцена), а по левобережью Самары образовывалась слабоволнистая поверхность с пойменными и надпойменными комплексами верхней террасы [12].

При потеплениях этого времени, связанных с усилением западного переноса циклонов и более глубоким проникновением на восток приатлантических условий, в котловине и на сопредельной территории начали складываться современные типы ландшафтов. При этом, как свидетельствуют палинологические материалы бора, около 12 тыс. лет здесь появилась береза, затем сосна и в целом основная последовательность событий была такой же, как и в более западных районах Восточно-Европейской платформы [13].

С увеличением обводненности территории, вызванной сбросом талых вод, изменялся и состав ихтиологического комплекса, который через водоемы волжского бассейна пополнялся как северными, так средиземноморскими и атлантическими видами, и к началу антропогена (бакинское время) стал сходным с современным. С известной долей вероятности, можно допустить, что в котловине, лесостепных и лесных сообществах Общего Сырта на протяжении значительной части плейстоцена (как и в предыдущее время) обитали обыкновенный и гребенчатый тритоны, жерлянка, чесночница, зеленая жаба, озерная, остромордая, травяная и прудовая лягушки, а также веретеница ломкая, ящерица прыткая, полоз узорчатый, обыкновенный и водяной ужи, гадюки, а к концу его появились болотная черепаха, обыкновенная медянка и разноцветная ящурка.

Облесенные речные долины и мозаичные лесные массивы этого времени стали своеобразными экологическими руслами, по которым с севера и запада, где преобладали широколиственные и хвойные леса, в котловину и сопредельные дендрофильные сообщества проникали кобчик, вяхирь, обыкновенная горлица, козодой, зяблик и ряд других въюрковых, большая, длиннохвостая синицы и лазоревка, певчий дрозд, обыкновенный соловей, некоторые славки, пеночки, мухоловки и овсянки. С сообществами речных пойм котловины, сопредельных озер и морских побережий были связаны большая выпь, серый гусь, серая утка, ряд других водолюбивых птиц, а также большой кроншнеп, бекас, болотная сова и перепел. С локальными местообитаниями береговых обрывов, оврагов, других подобных стаций и жилищами человека началась связь деревенской и городской ласточек, галки, сизого голубя, домового сыча, черного стрижа, полевого и домового воробьев [11].

Завершение валдайского оледенения ознаменовало переход от плейстоцена к современной эпохе голоцену (11,5-10,0 тыс. л.н.), что совпало с половецким потеплением. Это время считается важным палеогеографическим рубежом, когда на слабо облесенных пространствах юго-востока Восточно-Европейской равнины началось формирование современных хвойных и березовых лесов с участием широколиственных формаций (липа, ольха), а территория начала приобретать облик дерновинно-злаковой лесостепи, близкий к современному. Это время характеризуется оттоком элементов бореальной фауны, а также проникновением в регион с юго-запада, запада и северо-запада неморальных видов: балобана, лесного жаворонка, серого сорокопута, ряда камышевок, овсянок, с юга – каменок. С наступлением бореального времени (когда колебания температуры и осадков протекали на уровне близком к современному) эти сообщества освоили современные верхние террасы долин

Самары, Боровки и вышли на холмистые водоразделы Общего Сырта. На бывших предустьевых песчаных равнинах котловины, которые образовались в результате размывания пестроцветных пород пермского, триасового и юрского периодов, а затем подвергались неоднократному (с середины плейстоцена) размыванию, переотложению и развеванию, около 10 тыс. л. н. на базе островных лесостепных фитоценозов началось формирование Бузулукского бора. Его сообщества в это время были представлены различными типами сосняков и сосново-березовых массивов, перемежающихся с многочисленными подпруженными (между грядами) озерами и пойменными водоёмами, окаймленными прибрежными травянистыми сообществами.

В атлантическое время (климатический оптимум голоцена, с несколькими микроаридами по 200 лет) повышение температуры и увлажнения привело к установлению на Общем Сырте сообществ, в которых, как и на остальной территории Русской равнины, более заметную роль стали играть широколиственные (дуб, вяз, липа) породы и связанные с ними лесостепные комплексы [14]. Однако они в основном оставались связанными с интразональными элементами ландшафта, а на водоразделы выходили лишь локально. В это же время (преимущественно с конца раннеатлантического времени) на песках древних ложбин стока котловины увеличилась площадь сосновых сообществ (зеленомошников, долгомошников), а в поймах рек более широкое распространение получили ольшаники [15]. Палинологические и остеологические материалы этого времени свидетельствуют, что в регионе появились неолитические племена рыболовов и охотников, среди объектов охоты которых также важное место занимали представители лесных сообществ (медведь, бобр, барсук, выдра). Близкие к оптимальным условия для птиц и млекопитающих здесь сохранялись и позднее, хотя к концу периода климат становится несколько прохладнее и суше.

Некоторая аридизация климата здесь продолжалась и в начале суббореального периода, что способствовало уменьшению в составе широколиственных лесов доли ильмовых. Повышение увлажнения в эпоху затем наступившего среднего суббореала (полтавкинский микроплювиал) привело к более широкому развитию сосново-широколиственных и широколиственных лесов, в основном дубрав, с небольшим участием липы, вяза, бука. По-видимому, именно в это время началось формирование ландшафтов современной лесостепи региона, в которой и позднее сохранились основные особенности экосистем суббореала, хотя в бору произошло некоторое расстройство структуры сосняков [16]. Окончание атлантического и начало суббореального периодов совпало также с увеличением масштабов вырубки водораздельных и пойменных лесов, усилением пресса охоты и выпаса (ранний неолит). Однако это сказалось в основном на распространении и численности дуплогнездников, но, с другой стороны, способствовало закреплению на освоенной территории серой куропатки, полевого жаворонка, полевого конька, каменки-плясуньи.

Примерно 2700-2500 лет назад начался заключительный – субатлантический период голоцена, в котором по особенностямизменения гидротермических условий выделяется до 12 фитоценотических фаз, обычнообъединяемых в 3 подпериода [7]. Начало раннесубатлантического времени характеризовалось широким распространением светлохвойных (сосновых, пихтовых) лесов с примесью дуба, бука, граба. Последующее (с 1 в. д.н.э.) похолодание способствовало установлению господства в древесных комплексах сосны (с примесью ели) и существенному сокращению площади широколиственных пород. Наступление среднесубатлантического времени (малый климатический оптимум голоцена) характеризовалось значительным расширением площади лесных сообществ (преимущественно светлохвойных, в меньшей степени темнохвойных), хотя во второй его половине усиление аридизации вызвало обратные процессы и замену части широколиственных лесов ивняками. Наиболее благоприятными условия были в X-XI веках (малый климатический оптимум голоцена), когда произошло существенное усиление позиций широколиственных и березовых лесов и уменьшилась лесообразующая роль сосны.

Время большей части позднесубатлантического времени (малый ледниковый период, до середины XIX в.) характеризуется уменьшением значимости широколиственных пород, березы, исчезновением пихты и установлением в котловине господства сосновых лесов (чему в некоторой степени способствовало сокращение численности коренного населения из-за набегов кочевников). С середины 16 столетия в регионе предполагаются изменения ареалов шилохвости, свиязи, чирка-свистунка и проникновение на север пеганки и огаря. Некоторое похолодание и увеличение увлажненности во время средневекового плювиала привело к формированию вековых дубрав по Общему Сырту (описаны Э.А. Эверсманном и Г.С. Карелиным), а также

сосняков (зеленомошниковых, папоротниковых), березовых, осиновых и других лиственных лесов на песчаных и супесчаных почвах по берегам рек южных отрогов Общего Сырта (вплоть до Волго-Уральских песков) и Подуральского плато, которые образовали сплошной лесной пояс, простирающийся от Волги до Южного Урала. Все это способствовало изменению видового состава животных и соотношения их эколого-генетических типов, которые постепенно приобретали черты, характерные для современного этапа.

С середины XIX в. началась новая климатическая эпоха – потепление, вызванная повышением температуры и понижением увлажнения, причем переход этот был довольно резким. Однако на этом общем фоне аридизации наблюдались (причем асинхронно) как более сухие, так и относительно влажные хроноинтервалы, продолжительность которых была приблизительно кратна основному (брикнеровскому) периоду солнечной активности. В целом на протяжении XX и начала XXI столетия на территории бора превышение среднего многолетнего уровня осадков отмечалось в 1912-1919, 1926-1928, 1944-1950, 1956-1965, 1977-1990, 1997-2004, 2007-2010, а дефицит увлажнения – в 1906-1912, 1929-1941, 1951-1955, 1966-1976, 1991-1996, 2011-2022 годах. При недостаточном увлажнении обычно ухудшалось не только состояние сосны (происходило усыхание), но и дубрав, что в комплексе приводило к существенным негативным изменениям жизненной емкости стаций и, соответственно, условий существования целого ряда позвоночных, их распространения и обилия. Вместе с тем, для серой куропатки, балобана, степного луня, курганника, полевого жаворонка, а также всего комплекса ракшеобразных и удодов (золотистая щурка, сизоворонка, удод) это время оказалось благоприятным, что способствовало расширению их ареалов. С улучшением обводненности территории связана динамика ареала степного жаворонка.

На проявление цикличности в изменении состояния экосистем бора с этого времени все возрастающее влияние стали оказывать антропогенные факторы, среди которых для бора наиболее значимы вырубка лесов и пожары. Леса бора вырубались на протяжении всей истории обитания здесь человека, хотя наибольших масштабов вырубка приобрела в XVII-XIX вв. при освоении сопредельной территории. В последние десятилетия наиболее существенный урон лесному массиву причинен в связи с разведкой, добычей, транспортировкой нефти и сооружением сопутствующей инфраструктуры, когда было вырублено около 900 га леса. Опасны для бора и пожары, которыми за период с 1760 по 2023 год было уничтожено около 110000 га ценнейшего леса. Наиболее крупные пожары были в 1831 и 1879 гг., уничтожившие 24000 и 18000 га соответственно, еще 8000 га лес погибло в 1920-1924 гг. Горели леса и в другие годы, причем в XX столетии по сравнению с предыдущим увеличилась частота пожаров, уменьшились межпожарные интервалы (время «оборота огня» сократилось примерно на треть). Всего за вторую половину прошлого столетия в лесном фонде территории было зарегистрировано 1137 пожаров (в среднем за год 23), охвативших около1100 га. Наиболее крупные пожары в этот период были в 1975, 1995 и 1996 гг., когда погибло соответственно 229, 136 и 208 га. [12]. За последние годы наиболее значительный ущерб причинен в 2010 и в2021 году, когда погибло 561 и 951 га соответственно.

В совокупности под воздействием вырубок и пожаров, как свидетельствуют архивные материалы с 1696 г., лесопокрытая площадь бора неуклонно снижалась. Хорошо это иллюстрируют и материалы специального лесоустройства, периодически проводимые с 1843/1844 г. Так, за последующее столетие общая лесопокрытая площадь уменьшилась с 86 до 66,4% (в том числе площади сосновых лесов с 93 до 55%), а площадь непокрытой лесом территории увеличилась с 7,0 до 26,4%. На протяжении этого же отрезка времени с 3,0 до 10,0% изменялась площадь сельхозугодий и с 2,0 до 5,0% площадь «неудобей» [17]. По материалам последнего лесоустройства (2014 г.) на лесопокрытую площадь бора приходится 87,9%, непокрытую 2,6%. На долю нелесных земель приходится 9,5% от общей площади лесничеств. Наибольшая часть из них – сенокосы (2,0%), воды (1,9%) и прочие земли (1,8%). Площадь сельхозугодий – пастбищ, сенокосов и пашен составляет 2,8%.

Однако, в связи с неоднородностью почвенно-фитоценотического покрова и разнообразием ландшафтно-гидроклиматических условий различных участков территории, бор за время своего существования приобрел довольно сложную типологическую структуру, на что обращали внимание уже его первые исследователи. В настоящее время, в наиболее детальной схеме его территориальной дифференциации, выделяется 26 видов природных комплексов), среди которых территориально преобладают сосновые (мшистые, сложные, травянистые, лишайниковые) и дубравы (байрачные, аренные, пойменные). Другие виды лиственных лесов

коренными являются только в поймах рек, а на остальной территории они в основном сформировались на месте прежних вырубок и пожарищ. Здесь же значительное распространение получили кустарниковые и травянистые формации [12].

Как показано выше, эта структура сложилась в результате длительного естественного развития ландшафта региона в условиях разнопорядковой ритмичности природных процессов и сейчас экосистема бора находится в состоянии относительного экологического оптимума. Этому этапу его эволюции соответствует фаунистический комплекс, в составе которого по различным источникам известно 24 вида рыб, 6-8 амфибий, 7-8 рептилий, до 55 млекопитающих и ориентировочно 150-180 видов птиц. При этом постоянные и довольно значительные изменения гидротермических параметров территории, а также все возрастающее антропогенное воздействие, довольно существенно сказываются на видовом составе фауны, распространении и обилии отдельных видов и в целом придают фаунистическому комплексу региона динамический, неравновесный характер.

Вместе с тем, при пожарах, вырубке леса, неумеренной охоте, загрязнении территории разливами нефти и других видах негативного антропогенного воздействия не только уничтожались биоресурсы сообщества, снижалась почвозащитная и влагонакопительная роль бора, повышалась интенсивность суховеев и ветровой эрозии (что делало более уязвимой всю его экосистему), но все это негативно сказывалось на состоянии и условиях развития сопредельной территории в радиусе до 80-100 км, причем на протяжении целого ряда лет. Образовавшиеся после пожара в бору пустыри обычно начинают зарастать травами на второй-третий год. Естественное облесение их начинается еще спустя несколько лет, с появлением по западинам и северным склонам дюн осины и березы (по южным склонам чаще всего образуются пустыри с редкими зарослями кустарников или участки с остепненной растительностью). Впоследствии под их пологом начинает восстанавливаться сосна, но восстановление исходныхрастительных сообществ, как и населяющих их комплексов позвоночных животных, растягивается на несколько десятилетий. Эти особенности сукцессионных изменений экосистем бора необходимо учитывать при разработке долговременной стратегии по рациональному использованию, охране и воспроизводству ресурсов региона и обеспечению его устойчивого развития. Особую остроту проблеме придает ожидаемый термодинамический тренд, последствия которого могут привести к смещению границы полупустыни на широту Оренбурга [18].

Выводы. В формировании фаунистического комплекса позвоночных животных Бузулукского бора важнейшими событиями явились возникновение его первых представителей – круглоротых (силур), затем образование пресноводных сообществ костных рыб и появление наземных тетрапод на освободившейся от моря части Общего Сырта (меловой период). В его дальнейшей эволюции значительную роль сыграло появление основных современных таксонов (палеоген) и большинства предковых форм современных видов (неоген). Современный облик фауна региона постепенно приобретала в ледниковые и межледниковые эпохи плейстоцена. Последующие климатические флюктуации приводили к неоднократным изменениям распространения и численности видов, а с начала голоцена фауна бора стала испытывать все возрастающее прямое и опосредованное воздействие антропогенных факторов, под прессом которых только за последнее столетие здесь исчезло около 10 её представителей. Надеемся, что прекращение добычи углеводородов и учреждение режима Национального парка в бору будут способствовать возрождению и стабилизации фаунистического комплекса этого уникального в регионе ландшафта.

Список литературы

1. Яковлев В.Н. Распространение пресноводных рыб неогена голарктики и зоогеографическое районирование // Вопр. ихтиологии. 1961. Т. 1. Вып. 2 (19). С. 209-220.

2. Завьялов Е.В., Шляхтин Г.В., Табачишин В.Г., Макаров В.З., Березуцкий М.К., Якушев Н.Н. Генезис природных условий и основные направления современной динамики ареалов животных на севере Нижнего Поволжья. Сообщ. 11. Генезис фауны и флоры в третичное время. Неоген // Поволжский экол. журнал. 2002. № 2. С. 91-107.

3. Марков К.К., Величко А.А., Лазуков Г.И., Николаев В.А. Плейстоцен. М.: ВШ, 1968. 304 с.

4. Ратников В.Ю. Позднекайнозойские земноводные и чешуйчатые пресмыкающиеся Восточно-Европейской равнины // Тр. НИИ геологии Воронежского гос. ун-та. Вып. 10. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2002. 138 с.

5. Дергачев В.А. О крупномасштабных природных процессах // Изв. РГО. 1998. Вып. 6. С. 58-76.

6. Ригина И.М., Виноградов А.В. Формирование фауны млекопитающих Mammalia Самарского региона в плейстоцене // Юг России: экология, развитие. 2007. № 4. С. 48-54.

7. Хотинский Н.А., Алешинская З.В., Гуман М.А. Новая схема периодизации ландшафтно-климатических изменений в голоцене // Изв. АН. Сер. геогр. 1991. № 3. С. 30-42.

8. Борзенкова И.М. Изменение климата в кайнозое. СПб.: Гидрометеоиздат. 1992.

9. Верещагин Н.К. Палеогеография и палеоэкология зверей мамонтовой фауны // Общая и региональная териогеография. М.: Наука, 1988. С. 19-32.

10. Эволюция экосистем Европы при переходе от плейстоцена к голоцену (24-8 тыс. л.н.) / ред. А.Н. Маркова. М.: КМК, 2008. 556 с.

11. Завьялов С.В., Шляхтин Г.В., Табачишин В.Г., Макаров В.З., Березуцкий М.А., Якушев Н.Н. Генезис природных условий и основные направления современной динамики ареалов животных на севере нижнего Поволжья. Сообщ. 3. Генезис фауны и флоры в четвертичное время. Плейстоцен // Поволжский экол. журнал. 2002. № 3. С. 217-235.

12. Климентьев А.И. Бузулукский бор: почвы, ландшафты и факторы географической среды. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 402 с.

13. Кременецкий К.В., Беттер Т., Климанов В.А., Тарасов А.Г., Юнге Ф. История растительности и климата Бузулукского бора в позднелелниковье и голоцене и её палеогеографическое значение // Изв. АН. Сер. геогр. 1998. № 4. С. 60-74.

14. Мильков Ф.Н. К вопросу о позднечетвертичной истории развития ландшафтов в Чкаловском Предуралье // Изв. Чкаловского отд. ГО СССР. Чкалов, 1948. Вып. 1. С. 39-45.

15. Пьявченко Н.И., Козловская Л.С. К познанию истории Бузулукского бора // Тр. Ин-та леса. Работы по лесоведению. 1958. Т. 37. С. 148-162.

16. Федоров П.В. Плейстоцен Понто-Каспия. М.: Наука, 1978. 166 с.

17. Нестеров В.Г. Общий очерк Бузулукского бора // Бузулукский бор. Т. 1. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1949. С. 5-32.

18. Коломыц Э.Г. Прогнозные и палеогеографические сценарии зональных гидроклиматических и биотических условий Волжского бассейна // Водные ресурсы. 2006. Т. 33. № 2. С. 206-223.

УДК 631.674
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-348-351

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ КАЛМЫЦКОЙ СТЕПИ

RATIONAL USE OF WATER RESOURCES IN THE CULTIVATION OF AGRICULTURAL CROPS IN THE CONDITIONS OF THE KALMYK STEPPE

Дедов А.А.
Dedov A.A.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова»
(ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»), Москва, Россия

All-Russian Research Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov (VNIIGiM), Moscow, Russia

E-mail: dedov69.69@mail.ru

Аннотация. В работе представлен комплекс многолетних исследований по теоретическому обоснованию и разработке технологий по оптимизации водопользования и регулирования процессов рационального водопользования в агропромышленном комплексе аридных территорий России. Методологическая основа исследований базировалась на фундаментальных трудах отечественных и зарубежных ученых в области экосистемного водопользования, агроэкологических принципах их организации, а также прикладных исследований по проблемам рационального использования водных ресурсов. Цель исследований – разработка водосберегающих технологии полива сельскохозяйственных культур для природно-климатических условий Калмыкии. Экспериментальные исследования проводились на орошаемых землях Черноземельской и Сарпинской обводнительно-оросительных системах Республики Калмыкия. Представлены параметры дифференцированных режимов орошения и минерального питания овощных, бахчевых и кормовых культур при различных способах орошения. Установлено, что оптимизация параметров фитоклимата схем агроценозов овощебахчевых культур при орошении позволяет в широком спектре хозяйственно-экономических ситуаций формировать экологически безопасное экономически эффективное производство. Определены типы оросительных систем, способы и режимы орошения сельскохозяйственных культур, обеспечивающие рациональное использование водных ресурсов. Дано районирование территории калмыцкой степи по способам и технике полива. Представлены экологические требования, предъявляемые к водному режиму орошаемых почв Калмыкии.

Ключевые слова: водные ресурсы, аридная зона, орошение, способ полива, сельскохозяйственные культуры, урожайность.

Abstract. The paper presents a set of long-term studies on the theoretical justification and development of technologies for optimizing water use and regulating the processes of rational water use in the agro-industrial complex of arid territories of Russia. The methodological basis of the research was based on the fundamental works of domestic and foreign scientists in the field of ecosystem water use, agroecological principles of their organization, as well as applied research on the problems of rational use of water resources. The purpose of the research is to develop water-saving technologies for irrigation of agricultural crops for the natural and climatic conditions of the Republic of Kalmykia. Experimental studies were conducted on the irrigated lands of Chernozemelsky and Sarpinskaya irrigation systems of the Republic of Kalmykia. The parameters of differentiated irrigation regimes and mineral nutrition of vegetable, melon and forage crops with different irrigation methods are presented. It is established that the optimization of the parameters of the phytoclimate of the schemes of agrocenoses of vegetable melons during irrigation makes it possible to form environmentally safe and economically efficient production in a wide range of economic situations. The types of irrigation systems, methods and modes of irrigation of agricultural crops that ensure the rational use of water resources are determined. The zoning of the territory of the Kalmyk steppe according to irrigation methods and techniques is given. The ecological requirements for the water regime of irrigated soils of the Republic of Kalmykia are presented.

Key words: water resources, arid zone, irrigation, irrigation method, agricultural crops, yield.

Введение. Калмыцкая степь в силу своего географического положения относится к самым засушливым регионам России и охватывает полупустынную и пустынную природно-климатические зоны [1-3]. Гидрографическая сеть развита очень слабо. Имеющаяся система малых рек, берущих начало на склонах Ергенинской и Ставропольской возвышенностей, не обладает постоянным стоком и либо подпитывает замкнутые понижения (лиманы) в полосе у

подножия данных возвышенностей, либо слепо заканчивается в замкнутых сухих депрессиях Прикаспийской полупустыни и пустыни. Летом бессточные реки почти или полностью пересыхают, а основной объем стока проходит во время весеннего короткого паводка [4-7]. Поверхностных вод в регионе мало, а подземные – обладают повышенной минерализацией и жесткостью. Минерализация колеблется в широких пределах – от 0,4 до 465,0 г/л [8]. Нужды сельского хозяйства в основном обеспечиваются водой из бассейнов рек Волги, Кубани, Кумы и Терека, поступающих по магистральным каналам обводнительно-оросительных систем Сарпинской, Черноземельской, Право-Егорлыкской, Каспийской.

Высокая продуктивность сельскохозяйственных культур здесь может быть достигнута только в условиях орошаемого земледелия. Опыт развития мелиорации и орошаемого земледелия в аридном регионе России (полупустынная и пустынная зоны) показал, что чрезмерная крупномасштабность мелиоративных объектов при недостаточном учёте ландшафтных и природно-климатических особенностей и при низком техническом и организационно-эксплуатационном уровне приводит к развитию процессов ирригационного опустынивания.

Результаты исследований и их обсуждение. Многолетняя практика показала высокую эффективность малообъемных способов полива на оросительных системах очагового (оазисного) типа [5]. Республика Калмыкия относится к крайне аридным и сильно аридным территориям с коэффициентом аридности 0,11-0,30 [9]. Для таких территорий характерны неблагоприятные природно-климатические условия, которые обуславливаются не только засушливостью климата, но и низким плодородием почв. Почвенный покров характеризуется комплексностью с высокой долей засоленных и солонцеватых почв, высоким запасом солей в почвенном профиле и зоне аэрации, высокой степенью дефляционной опасности и др. Поэтому, чтобы противостоять снижению экологической устойчивости агроландшафтов, необходимо использовать гидромелиоративные системы нового поколения. Это системы оазисного типа многоцелевого назначения, обеспечивающие функционирование различных блоков – лиманного и регулярного орошения; фитомелиорации; сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ; рыбного и охотничьего хозяйств; рекреационного использования; водосберегающих и водооборотных схем водопользования; эффективного использования водных ресурсов – поверхностного (местный сток, поступающие из соседних регионов), подземные (безнапорные и напорные) и морские. При этом такие системы в условиях дефицита водных ресурсов позволяют рационально использовать все имеющиеся их виды для орошения [10, 11].

Гидромелиоративные системы оазисного типа по своему функциональному назначению должны, прежде всего, быть универсальными, обеспечивать применение различных конструкций и способов полива. При этом обеспечивать своевременное и качественное выполнение агротехнологических операций, а также комплексное регулирование водного, солевого, воздушного, теплового, питательного режимов почв и растений с учетом принципов экосистемного водопользования. Оазисные типы орошения должны способствовать формированию устойчивых высокопродуктивных агроэкосистем на базе хрупких природно-территориальных комплексов с сохранением естественных циклов и круговоротов веществ и энергии.

Лиманное орошение должно применяться при возделывании естественных и сеяных трав и служить основной базой кормопроизводства в республике, т.к. общая площадь лиманных понижений превышает 150 тыс. га, и они обеспечивают самые дешёвые корма. Основные требования к системам: площадь не более 500 га; конструкция – одно- и многоярусная; площадь яруса (чека) не должна превышать 100 га; продолжительность затопления 30-60 дней – в зависимости от преобладающего злака; пропускная способность гидротехнических сооружений не менее 20 л/с; норма затопления – 250-400 мм. Водоисточником служит местный поверхностный сток и каналы ООС. При этом лиманное орошение обладает рядом преимуществ перед другими способами полива [12-15]:

– на лиманных экосистемах поддерживается режим, наиболее приближенный к естественным циклам круговорота веществ и энергии;

– при поверхностном затоплении формируются большие запасы влаги в почве, что обеспечивает гарантированное получение стабильных урожаев сельскохозяйственных культур с хорошими качественными показателями даже в засушливые годы;

– обеспечивается устойчивое повышение плодородия почвы за счет поступления содержащихся в паводковых водах органических и минеральных веществ;

– рациональное и экономное использование различных видов водных ресурсов (местного поверхностного стока, оросительных и дренажно-сбросных обводнительно-оросительных систем и др.);

– осуществляется эффективная мелиорация засоленных и осолонцованных почв за счет создания в них в период затопления лиманов промывного водного режима;

– возможность возделывания сельскохозяйственных культур (зерновых, технических, кормовых и др.), а также фруктовых деревьев с применением различных технологий орошения (затопления, дождевания, микроорошения и т.д.);

– улучшение фитоклимата за счет повышения относительной влажности воздуха в результате интенсивного прохождения процессов транспирации и испарения с поверхности почвы, что благоприятно воздействует на формирование надземной массы растений;

– экономия затрат материально-финансовых средств. Стоимость строительства 1 га системы лиманного орошения составляет в среднем 50 тыс. га, в то же время на строительство систем для полива дождеванием доходит до 500 тыс. га. За счет самотечной подачи воды для затопления лиманов снижается себестоимость кормов и другой сельскохозяйственной продукции.

Одним из наиболее перспективных способов орошения в аридных условиях Калмыкии является капельное орошение, обеспечивающее урожай овощных культур на уровне не ниже 40 т/га при экономии оросительной воды по сравнению с поверхностными способами орошения и дождеванием на 30-60% [8, 16].

В опытах на бурых полупустынных суглинистых почвах при применении капельного орошения получены урожаи плодов томатов более 50 т/га. Почвы участка содержали очень низкий и низкий уровень обеспеченности подвижными формами азота и фосфора и высокое содержание обменного калия. Для получения заданной урожайности вносились минеральных удобрений в дозе $N_{140}P_{80}$. Во время проведения эксперимента поддерживался дифференцированный поливной режим: 70% НВ в период от посадки до начала цветения, 80% НВ в период «цветение – начало плодообразования» и далее – до полной спелости плодов – 70% НВ. Для этого потребовалось проведение 24-35 поливов нормами 90-200 м^3/га. Оросительная норма составила в среднем 4100 м^3/га, а коэффициент водопотребления – 84,0 м^3/т.

Экспериментами установлено, что еще более высокая урожайность томатов достигается путем применения дополнительно к капельному орошению технологии мелкодисперсого дождевания, которое осуществляется в жаркие дни при температуре воздуха выше 30°С в период с 10 ч утра до 18 ч вечера с цикличностью через каждые полтора часа и распылением поливной нормы 1,2 м^3/га (суточная норма – 7,2 м^3/га). Общая оросительная норма достигает 700 м^3/га. Комбинирование капельного и аэрозольного орошения способствует созданию оптимальных режимов увлажнения корнеобитаемого слоя почвы и фитоклимата в надземной части растений. За счет этого урожай плодов томатов возрастает до 70 т/га и выше, а коэффициент водопотребления снижается до 66,6 м^3/т [17].

Для получения гарантированных урожаев плодов арбуза на уровне 50-60 т/га при капельном орошении поливной режим должен быть дифференцирован по основным межфазным периодам развития растений. Так, от момента посадки до образования 5-6 листьев – влажность в расчетном слое почвы 0,2 м на уровне 70-75% НВ, далее до фазы плетеобразование (но уже в слое 0,4 м); в период от цветения до плодообразования (в слое 0,5 м) – 80-85% НВ; в период созревания плодов – 75-80% НВ. Общее количество поливов – 21-35, поливные нормы – 21-168 м^3/га, оросительные – 2142-3423 м^3/га. Коэффициента водопотребления посевами арбуза достигал 79,3 м^3/т.

Урожайность арбуза более 60 т/га формировалась в вариантах с предполивной влажностью почвы 75-85-75% НВ при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{150}P_{80}$ кг/га д.в. Установлено, что снижение предполивной влажности почвы до уровня 70-80-70% НВ уменьшает продуктивность на 19,5-29,1% [18].

Заключение. Существующий и возрастающий дефицит пресных водных ресурсов выдвигает на первое место необходимость использования водо- и энергосберегающих технологий орошения сельскохозяйственных культур. Одним из наиболее эффективных способов орошения, в аридных условиях Калмыкии, является орошение оазисного типа, обеспечивающее строгое нормирование и регулирование подачи воды. Результаты экспериментальных исследований позволили разработать дифференцированные режимы водного и минерального питания сельскохозяйственных культур, увязанные с

физиологическими потребностями растений, позволяющие получать планируемую урожайность.

Список литературы

1. Бакинова Т.И. Эколого-экономические проблемы аграрного землепользования в аридной зоне. Ростов н/Д, 2000. 286 с.
2. Дедова Э.Б., Бородычев В.В., Шуравилин А.В. Хозяйственно-мелиоративная оценка оросительных систем Республики Калмыкия // Мелиорация и водное хозяйство. 2011. № 4. С. 11-13.
3. Зволинский В.П., Зонн И.С., Трофимов И.А., Шамсутдинов З.Ш. Земельные и агроклиматические ресурсы аридных территорий России. М.: Изд-во ПАИМС, 1998. 56 с.
4. Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Сазанов М.А. Водные ресурсы Республики Калмыкия и мероприятия по совершенствованию водохозяйственного комплекса // Доклады РАСХН. 2015. № 4. С. 41-45.
5. Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Дедов А.А. Параметры водного режима капельного орошения при возделывании арбуза в аридных условиях // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 1 (45). С. 218-225.
6. Доскач А.Г. Природное районирование Прикаспийской полупустыни. Москва: Наука, 1979. 142 с.
7. Демкин О.В., Адьяев С.Б., Дедова Э.Б., Сазанов М.А. Комплексное использование водных ресурсов Республики Калмыкия. Элиста: ЗАОр «НПП «Джангар», 2006. 200 с.
8. Дедова Э.Б., Сазанов М.А., Плешакова И.Г., Дедов А.А. Региональная система нормирования качества воды для нужд агропромышленного комплекса Калмыкии // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы I Междунар науч.-практ. интернет-конф., посвящ. 25-летию ФГБНУ «ПНИИАЗ», ПНИИАЗ, 29.02.2016 года. Солёное Займище: Изд.-во ПНИИАЗ, 2016. С. 843-848.
9. Дедова Э.Б., Дедов А.А., Сазанов М.А. Влияние минеральных удобрений на урожайность плодов арбуза при капельном орошении // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы II Междунар. науч.-практ. интернет-конф. / ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». Солёное Займище: Изд.-во ПНИИАЗ, 2017. С. 636-639.
10. Borodychev V.V., Dedova E.B., Sazanov M.A. Water resources of the Republic of Kalmykia and measures to improve its water complex // Russian Agricultural Sciences. 2015. № 5. P. 369-373.
11. Okonov M.M., Dedova E.B. Assessment of the current state of meliorative regime of natural and anthropogenic complexes in Kalmykua // BBRA-OSPS – Biosciences, Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12 (3). P. 2441-2449. DOI: http://dx.doi.org/10.13005/bbra/1922.
12. Грициенко В.Г. Оценка агроэкологической устойчивости мелиорированных агроландшафтов // Кормопроизводство в Нижнем Поволжье: Сб. науч. тр. Волгоград: ВНИИОЗ, КНИИСХ, 1999. С. 126-132.
13. Дедова Э.Б., Сазанов М.А. Лиманное орошение Калмыкии: состояние и пути эффективного использования. Научное издание. Волгоград, 2015. 265 с.
14. Мамин В.Ф. Основные предпосылки программированного управления процессом формирования урожаев трав на лиманах // Оптимизация условий формирования урожайности на орошаемых землях: Сб. науч. тр. Волгоград: ВНИИОЗ, 1988. С. 46-51.
15. Туктаров Б.И. Лиманное орошение в Заволжье. Саратов: Изд. Сарат. ГАУ им. Н.И. Вавилова, 1998. 316 с.
16. Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Сазанов М.А., Дедов А.А. Экосистемный мониторинг водных ресурсов и мелиоративных объектов // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 3. С. 56-61.
17. Сазанов М.А. Возделывание овощных культур с использованием малообъемных способов орошения в аридных условиях Калмыкии // Овощеводство и тепличное хозяйство. 2017. № 7. URL: https://panor.ru/articles/vozdelyvanie-ovoshchnykh-kultur-s-ispolzovaniem-maloobemnykh-sposobov-orosheniya-v-aridnykh-usloviyakh-kalmykii/37508.html# (дата обращения: 30.01.2024).
18. Дедов А.А. Режим орошения и водопотребление столового арбуза на бурых полупустынных почвах Северо-Западного Прикаспия: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Дедов Андрей Анатольевич; [Место защиты: Всерос. науч.-исслед. ин-т гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова]. М., 2018. 25 с.

УДК 631.529:631.445.52
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-352-356

СТРАТЕГИЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОПУСТЫНИВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ РОССИИ

LAND DESERTIFICATION PREVENTION STRATEGY IN THE STEPPE ZONE OF RUSSIA

Дедова Э.Б., Исаев О.И.
Dedova E.B., Isaev O.I.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова»
(ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»), Москва, Россия
All-Russian Research Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov (VNIIGiM), Moscow, Russia

E-mail: dedova@vniigim.ru

Аннотация. Опустынивание земель прогрессирует в результате сочетания интенсивной техногенной нагрузки и усиливающейся аридизации климата на юге России. *Цель исследований* – формирование Стратегии предотвращения опустынивания земель на основе научной Концепции комплексной мелиорации земель. *Методология* предотвращения процессов деградации сельскохозяйственных земель и восстановления эродированных сельхозугодий, повышения плодородия почв состоит из научно-методических основ, включающих концептуальную модель восстановления деградированных земель за счет проведения комплексной мелиорации в системе с защитными лесными насаждениями, принципы проведения агрофитомелиоративных мероприятий и предложения по формированию устойчивых агроландшафтов на деградированных землях, а также методы и способы восстановления и повышения плодородия эродированных земель сельскохозяйственного назначения и технологические приемы проведения агрофитомелиорации земель. Одним из кардинальных направлений Стратегии является поэтапное закрепление открытых песков и возвращение этих территорий в сельскохозяйственный оборот; создание долголетних высокопродуктивных адаптивных пастбищных экосистем взамен деградированных естественных, не способных к самовосстановлению; рекультивация земель с вторичным засолением и трансформацией их в пастбища и сенокосы.

Ключевые слова: опустынивание, деградация земель, агроэкосистема, степная зона, стратегия предотвращения опустынивания земель.

Abstract. Land desertification is progressing as a result of a combination of intense anthropogenic pressure and increasing climate aridization in the south of Russia. The purpose of the research is to form a Strategy for preventing land desertification based on the scientific Concept of integrated land reclamation. The methodology of preventing the processes of degradation of agricultural lands and restoration of eroded farmland, increasing soil fertility consists of scientific and methodological foundations, including a conceptual model for the restoration of degraded lands through comprehensive land reclamation in a system with protective forest plantations, principles of agrophytomeliorative measures and proposals for the formation of sustainable agricultural landscapes on degraded lands, as well as methods and methods for restoring and increasing the fertility of eroded agricultural lands and technological techniques for conducting agrophytomelioration of lands. One of the cardinal directions of the Strategy is the gradual consolidation of open sands and the return of these territories to agricultural circulation; the creation of long-term highly productive adaptive pasture ecosystems to replace degraded natural ones that are not capable of self-healing; land reclamation with secondary salinization and their transformation into pastures and hayfields.

Key words: desertification, land degradation, agroecosystem, steppe zone, land desertification prevention strategy.

Введение. Опустынивание земель является одной из глобальных экологических и социально-экономических проблем человечества, вызванное изменениями климата и возрастающей антропогенной нагрузкой на экосистемы всех уровней. Особенно активно развитие процессов деградации наблюдается в степном поясе страны (зоны степи, лесостепи и полупустыни) – в 27 регионах России. Негативное воздействие комплекса неблагоприятных природно-антропогенных факторов приводит к нарушению динамического равновесия экосистем, деградации почв, снижению биопродуктивности, проявлению пасторальной дигрессии, дефляции, пирогенной сукцессии, засолению, заболачиванию, осолонцеванию [1-6].

В мире площадь процессов опустынивания ежегодно увеличивается на 12 млн га. Площадь территорий, подверженных деградации и опустыниванию, в Европейской части РФ составляет свыше 50 млн га. В структуре сельскохозяйственных угодий около 12% переувлажненных земель, 19% – эродированных, около 10% – дефлированных почв и более 18% – засоленных и солонцовых комплексов [7]. Развитие процессов опустынивания начинается в периоды сильных засух, земля при этом, испытывая повышенное давление со стороны землепользователей, в большей степени теряет способность сопротивляться антропогенным нагрузкам. Установлено [8-9], что из 45 выявленных причин опустынивания, 87% приходится на нерациональное использование человеком земли, воды, растительности, полезных ископаемых и только 13% относится к природным процессам.

Методология исследований. Для предотвращения процессов опустынивания и деградации земель в условиях климатических подвижек требуется разработка Стратегии, основанной на научной Концепции комплексной мелиорации земель. При этом современная концепция – это научно, экономически и экологически обоснованное применение всех видов мелиорации в системе водных, агротехнических, химических, агролесомелиоративных и фитомелиоративных мероприятий, направленных на улучшение условий производства продукции растениеводства и животноводства с учетом особенностей рассматриваемого природно-территориального комплекса.

Анализ и системное обобщение работ отечественного и зарубежного опыта [1-3, 8-17], а также результатов собственных многолетних полевых исследований и наблюдений [4-5, 18-22] позволили нам предложить концептуальную модель предотвращения опустынивания земель сельскохозяйственного назначения за счет проведения комплексной мелиорации в системе с защитными лесными насаждениями. Научная концепция мелиоративного земледелия отражает взаимозависимость основных составляющих процессов опустынивания сельскохозяйственных угодий (ветровая и водная эрозия почв, их дегумификация, вторичное засоление и пастбищная дигрессия), обусловленных природными и антропогенными факторами, при этом агротехнические приемы, способы и технологии направлены на повышение природно-ресурсного потенциала земель сельскохозяйственного назначения и получение устойчивых урожаев.

Научно-методические принципы. На основании проведенных исследований сформулированы принципы Стратегии предотвращения процессов деградации земель и восстановления эродированных сельхозугодий, повышения плодородия почв за счет проведения агрофитомелиоративных работ и устройства защитных лесных насаждений [1-6, 18-22]:

– *системное обоснование и создание целостных структурированных агролесоландшафтов* в пределах водосборных территорий с учетом природно-климатических, почвенно-мелиоративных и организационно-хозяйственных условий для предотвращения процессов деградации сельскохозяйственных земель;

– *комплексность планирования и реализации системы мелиоративных технологий синхронно с устройством защитных лесных насаждений* на деградированных и вышедших из сельскохозяйственного оборота землях для достижения устойчивых результатов мероприятий по предотвращению водной и ветровой эрозии, повышению плодородия почв;

– *мониторинг и контроль состояния лесозащитных насаждений при восстановлении деградированных сельскохозяйственных угодий* с активным применением дистанционных методов зондирования Земли для их инвентаризации, обеспечения санитарно-защитных, восстановительных, профилактических и противопожарных приемов и мероприятий;

– *повышение инновационной эффективности проведения агротехнических и лесомелиоративных мероприятий* с учетом климатических изменений за счет интенсификации научного обоснования и внедрения новейших разработок;

– *развитие воспроизводства защитных лесных насаждений за счет создания современной системы питомниководства* для обеспечения семенным и посадочным материалом;

– *расширение использования выбывших из сельскохозяйственного оборота земель* для создания высокопродуктивных лесных плантаций многоцелевого назначения и выполнения агроландшафтных средообразующих функций;

– *совершенствование нормативно-правовой базы воссоздания и развития лесозащитных насаждений на деградированных землях*, определение условий их рационального использования и управления на государственном уровне;

– *обеспечение достаточного финансирования работ на всех этапах технологических процессов предотвращения деградации мелиорированных земель и восстановления эродированных сельхозугодий*, повышения плодородия почв за счет проведения агролесомелиоративных работ и устройства защитных лесных насаждений.

Основные направления Стратегии.

Стратегия предотвращения опустынивания земель в степной зоне России предусматривает:

– проведение комплекса организационно-хозяйственных, санитарно-оздоровительных и агролесомелиоративных мероприятий [4, 5, 14, 17, 23], включающих проведение инвентаризации существующих защитных насаждений для объективной оценки их современного состояния;

– разработку комплекса мероприятий по их возобновлению, реконструкции, закладке насаждений на месте погибших, а также новых защитных насаждений для создания завершённой системы защитных лесных насаждений;

– создание агролесоландшафтов, позволяющих на новом технологическом уровне и одновременно на нескольких геосистемных уровнях (урочища, местности, ландшафты, водосборы), подходить к сельскохозяйственной деятельности.

Основные мероприятия реализации Стратегии.

Для обеспечения экологически устойчивого функционирования пастбищных агроэкосистем в условиях развития опустынивания в соответствии со Стратегией основными мероприятиями являются:

– формирование зональных (типичных полночленных) пастбищных экосистем, сохранение естественной растительности и улучшение ее видового состава, что ускоряет процессы естественного восстановления пастбищных угодий;

– проведение фитомелиорации засоленных и солонцеватых почв с помощью растений галофитов, которые предотвращают или в значительной степени снижают негативные последствия от соле-пылевых бурь, образования солевой корки, повышения минерализации грунтовых вод и почвенных растворов;

– обустройство пастбищезащитных ветроломных и противоэрозионных древесно-кустарниковых насаждений, формирование защитных кулис из псаммофитных культур (колосняк гигантский, джузгун безлистный, тамарикс), обеспечивающих экологический каркас территории, способствующих снижению и стабилизации дефляционных процессов, снегозадержанию, накоплению запасов продуктивной влаги;

– проведение агротехнических работ на переуплотненных почвах – щелевание, кротование, фрезерование; внесение удобрений; подсев трав;

– установление оптимальной нагрузки на пастбища, определение мер по уходу и использованию травостоя – соблюдение пастбищеоборотов;

– консервация эрозийно-опасных неиспользуемых песчаных почв в пределах пастбищного агроландшафта, применение структурообразователей (различные полимерные композиционные материалы, состоящие из полимеров разного состава или полимеров и отходов основного производства магносульфатов, а также их комплексов с латексами), закрепляющих поверхность почвы легкого гранулометрического состава.

На основе контроля проведения мелиоративных мероприятий и мониторинга состояния пастбищных экосистем обосновываются корректирующие воздействия, направленные на повышение эффективности проводимой природоподобной технологии обеспечения экологически устойчивого функционирования пастбищных агроэкосистем в аридной зоне европейской части России.

Предотвращение процессов деградации земель сельскохозяйственного назначения с использованием агролесомелиоративных методов позволяет обеспечить своевременное восстановление деградированных земельных участков за счет средообразующей функции лесообразующих пород, а также за счёт:

– создания и улучшения микроклимата (снижение активности ветрового режима и предотвращение ветровой и водной эрозий), что позволяет сохранить динамическое равновесие структуры агролесоландшафта, а также геологический и биологический круговорот веществ и энергии в границах, как отдельных мелиоративных систем, так и в целом всей агроэкосистемы;

– оптимизации и стабилизации эффективного плодородия мелиорируемых земель путем комплексного регулирования в благоприятном направлении почвенных, биохимических, гидрологических, гидрогеологических и геохимических процессов;

– уменьшения безвозвратного водопотребления и выноса питательных веществ из корнеобитаемой зоны и максимально возможного сохранения природного круговорота биогенных веществ конкретной территории;

– предотвращения развития негативных почвенных и биогеохимических процессов, характерных в той или иной мере для всех природно-сельскохозяйственных зон, таких как: уменьшение содержания гумуса и буферности почв; оглеение и осолодение (в степной и сухостепной зонах); вторичное засоление и осолонцевание в условиях поднятия уровня грунтовых вод, водной эрозии, переуплотнения почвы корнеобитаемой зоны; развитие восстановительных процессов в анаэрробных условиях и уменьшение окислительно-восстановительного потенциала (на рисовых системах).

Заключение. Сформулирована Стратегия предотвращения опустынивания земель в условиях изменения климата в степной зоне европейской части РФ, на принципах сбалансированного природопользования с учетом допустимой нагрузки на природные пастбищные угодья с дифференциацией почвенно-мелиоративных условий и фитомелиоративного подхода с использованием закономерностей адаптивной стратегии повышения продукционного потенциала, естественной средообразующей и средооптимизирующей функции растений.

Список литературы

1. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)» / Под ред. Р.С.-Х. Эдельгериева. Т. 2. М.: Изд-во МБА, 2019. 476 с.
2. Виноградов Б.В. Опустынивание – проблема степной зоны России // Степной бюллетень. 1999. № 3-4. URL: http://savesteppe.org/ru/archives/5359?ysclid=lta3cadano369446262 (дата обращения: 27.01.2024).
3. Зонн И.С, Куст Г.С., Андреева О.В. Парадигма опустынивания: 40 лет развития и глобальных действий // Аридные экосистемы. 2017. Т. 23. № 3 (72). С. 3-16.
4. Шевченко В.А., Дедова Э.Б., Исаева С.Д. Комплексные мелиорации в борьбе с опустыниванием и деградацией земель // Научно-агрономический журнал. 2023. № 4 (123). С. 22-29.
5. Дедова Э.Б. Концептуальные подходы обоснования мероприятий по предотвращению процессов опустынивания и деградации земель // Агролесомелиорация и защитное лесоразведение – история и перспективы развития: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. Волгоград, 2023. С. 150-153.
6. Дубенок Н.Н. Научное обоснование стратегии развития мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации // Доклады ТСХА: Сб. ст. 2021. С. 238-241.
7. Законодательное обеспечение развития агропромышленного комплекса России. Материалы парламентских слушаний и «круглых столов» 2022 года. М.: Издание Государственной Думы, 2022. 96 с.
8. Ковда В.А. Проблемы с опустыниванием и засолением орошаемых почв. М.: 1984. 301 с.
9. Бабаев А.Г. Проблемы пустынь и опустынивания. Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2012. 412 с.
10. Кулик К.Н., Петров В.И., Юферев В.Г., Ткаченко Н.А., Шинкаренко С.С. Геоинформационный анализ опустынивания Северо-Западного Прикаспия // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 2(83). С. 16-24.
11. Зволинский В.П., Зонн И.С., Трофимов И.А., Шамсутдинов З.Ш. Земельные и агроклиматические ресурсы аридных территорий России. М.: Изд-во ПАИМС, 1998. 56 с.
12. Шабанов Р.М. Пылевые бури как следствие деградации и опустынивания земель в республике Калмыкия // A Posteriori. 2021. № 1. С. 5-8.
13. Шамсутдинов Н.З., Шагаипов М.М., Булаева Г.А., Шагаипов М.М. Теоретические основы фитомелиорации для предотвращения деградации земель в полупустынной зоне России // Основные результаты научных исследований института за 2018 год: Сб. науч. тр. Москва, 2019. С. 293-295.
14. Манаенков А.С. Лесомелиорация арен засушливой зоны. 2-е изд. перераб. и доп. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2018. 428 с.
15. Бакинова Т.И., Зеленская Е.А. Оценка интенсивности антропогенного воздействия на сельскохозяйственные угодья // Вестник учебно-методического объединения по образованию в области природообустройства и водопользования. 2015. №7 (7). С. 182-187.
16. Гулянов Ю.А. Анализ состояния зернового производства и перспектив его роста при переходе на эколого ориентированные агротехнологии в степной зоне России // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 1 (81). С. 6-12.
17. Тишков А.А. Экологическая реставрация нарушенных степных экосистем // Вопросы степеведения. 2000. № 2. С. 47-61.

18. Okonov M.M., Dedova E.B. Assessment of the current state of meliorative regime of natural and anthropogenic complexes in Kalmykua // BBRA-OSPS – Biosciences, Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12 (3). P. 2441-2449. DOI: http://dx.doi.org/10.13005/bbra/1922.

19. Дедова Э.Б. Антропогенное воздействие на природно-территориальные комплексы Республики Калмыкия и пути их восстановления // Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ 85-летию создания ВНИ агролесомелиоративного института. Волгоград: ВНИИАЛМИ, 2016. С. 433-438.

20. Дедова Э.Б., Маштыков К.В., Кониева Г.Н., Гольдварг Б.А. Фитомелиоративные приемы реставрации деградированных пастбищных угодий Северо-Западного Прикаспия // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 4 (388). С. 348-350.

21. Dedova E.B., Goldvarg B.A., Tsagan-Mandzhiev N.L. Land Degradation of the Republic of Kalmykia: Problems and Reclamation Methods // Arid Ecosystems. 2020. № 2. Т. 10. С. 140-147.

22. Dedova, E.B., Dedov, A.A. Ecological paradigm for sustainable functioning of reclamation systems in arid territories // IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciencethis link is disabled. 2021. Vol. 867(1). P. 012058. DOI: 10.1088/1755-1315/867/1/012058.

23. Методическое пособие и нормативные материалы для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Курск, Тверь: Изд. ЧуДо, 2001. 260 с.

УДК 595.768 (470.56)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-357-362

ВИДОВОЕ БОГАТСТВО И ОСОБЕННОСТИ ФАУНЫ ДОЛГОНОСИКООБРАЗНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ (COLEOPTERA, CURCULIONOIDEA) ГОРНЫХ СТЕПЕЙ ЮЖНОГО ОРЕНБУРЖЬЯ

SPECIES RICHNESS AND FEATURES OF THE FAUNA OF WEEVILS (COLEOPTERA, CURCULIONOIDEA) OF THE MOUNTAIN STEPPES OF THE SOUTHERN ORENBURG REGION

Дедюхин С.В.
Dedyukhin S.V.

Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия
Udmurt State University, Izhevsk, Russia

E-mail: ded@udsu.ru

Аннотация. За период с 2008 по 2021 годы в горностепных ландшафтах юга Оренбуржья зарегистрировано 285 видов долгоносикообразных жуков из 4 семейств. Наибольшим видовым богатством и своеобразием характеризуются петрофитностепные комплексы долгоносиков горных степей на сопках и останцах (183 вида; 64% фауны). Основу степной фауны Curculionoidea низкогорий Южного Урала составляют, с одной стороны, петрофитно-степные формы, с другой, – виды широко распространеннные в разных типах степей. В зоогеографическом плане специфика фауны отражается в большом числе южностепных и пустынно-степных видов центральнопалеарктического комплекса (76 видов; 27%). Вероятными эндемиками горных степей Южного Урала являются несколько обнаруженных здесь, но пока не описанных, новых видов жуков-долгоносиков.

Ключевые слова: долгоносикообразные жуки, Curculionoidea, горные степи, юг Оренбургской области, фауна, видовое богатство, специфика.

Abstract. During the period from 2008 to 2021, 285 species of weevils from 4 families were registered in the mountain-steppe landscapes of the southern Orenburg region. Petrophyte-steppe complexes of mountain steppe weevils on hills and outcrops (183 species; 64% of the fauna) are characterized by the greatest species richness and originality. The basis of the steppe fauna of Curculionoidea in the low mountains of the Southern Urals is, on the one hand, petrophytic-steppe forms, and, on the other, species widespread in different types of steppes. In zoogeographical terms, the specificity of the fauna is reflected in the large number of southern steppe and desert-steppe species of the Central Palaearctic complex (76 species; 27%). Probable endemics of the mountain steppes of the Southern Urals are several new species of weevils discovered here, but not yet described.

Key words: weevils, Curculionoidea, mountain steppes, South of the Orenburg region, fauna, species richness, specificity.

Введение. Горные ландшафты юга Оренбуржья характеризутся мелкосопочным или грядово-балочным рельефом, а абсолютная высота отдельных сопок не превышает 350-400 м, поэтому высотная поясность здесь не выражена. Представленные сообщества, отличаясь мозаичным составом, во многом отражают зональные особенности подзон типичных и южных степей. В зонально-ландшафтном отношениии самый юг Южного Урала в пределах Оренбургской области выделяется в Южно-Уральскую (Уральско-Мугоджарскую) низкогорную степную провинцию, в которую входит большая часть Саринского плато, Губерлинские горы и мелкосопочники к югу от Урала [1]. К настоящим горностепным ландшафтам Урала очень близки контактирующие с ними на западе предгорные участки Степного Предуралья, в частности, Буртинская степь, Долгие Горы, гора Верблюжка, также имеющие холмисто-увалистый рельеф с преобладанием грядово-балочного. Благодаря пересеченному рельефу и каменистому субстрату эти территориии испытывали несравненно меньшее хозяйственное влияние человека, чем равнинные степи на плакорах. Поэтому территории с развитым рельефом и сохранившейся степной растительностью выступают важнейшими резерватами природного биоразнообразия степной зоны в целом и редких (включая реликтовые) видов живых организмов, в частности. Все это определяет актуальность глубоких энтомологических исследований эколого-фаунистической направленности, в том числе надсемейства Curculionoidea, крупнейшей группы растительноядных жесткокрылых.

Сведения о жуках-долгоносиках горностепных ландшафтов Оренбуржья содержатся в ряде работ [2-15], однако обобщения по видовому богатству и составу фауны надсемейства Curculionoidea горных степей юга Оренбуржья здесь проводится впервые.

Материалы и методы. В основу данной статьи положены оригинальные материалы, полученные в ходе комплексных исследований растительноядных жесткокрылых в горных степях Урала в 2008, 2013, 2015-2021 гг. в более чем 10 географических пунктах. В том числе был детально изучен состав степных комплексов жуков-долгоносиков в ряде эталонов горно-степных ландшафтов Предуралья и Южного Урала: Буртинская и Айтуарская степи Оренбургского заповедника, памятники природы «Гора Верблюжка» и «Гора Буркутбай» (высшая точка Кзыладырского карстового поля). Кроме того, использованы материалы, полученные в разные годы коллегами – В.А. Немковым (Оренбург), Р.В. Филимоновым (Санкт-Петербург), С.Л. Есюниным (Пермь) и А.С. Украинским (Москва) (последние из коллекции И.А. Забалуева, Москва). Общий объем проанализированного материала составил свыше 3 тысяч экземпляров жуков.

Проведению экспедиционных исследований в разные годы содействовали коллеги и любители природы из Ижевска (А.Ю. Кадапольцев, А.В. Одинцов, В.С. Окулов, А.Н. Созонтов). Большую помощь в достоверном опредедении долгоносикообразных жуков оказал Б.А. Коротяев (Зоологический институт РАН, г. Санкт-Петербург). Всем перечисленным коллегам, а также администрации заповедника «Оренбургский», выражаю свою благодарность.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ данных показал, что в горных степях юга Оренбургской области зарегистрировано 285 видов долгоносикообразных жуков из 4 семейств *(таблица 1)*, среди которых резко преобладают представители семейства Curculionidae (219 видов; 75%), довольно высока доля подсемейства Apioninae (46 видов; 16%) из семейства Brentidae.

В биотопическом отношении наибольшим видовым богатством характеризуются группировки жуков-долгоносиков петрофитных, разнотравно-злаковых и полынно-злаковых степей, где в общей сложности зарегистрировано 245 видов. Только в петрофитностепных сообществах низкогорий юга Оренбуржья (горные степи на сопках и останцах) отмечено 183 вида (64% фауны) (*таблица 1*).

Таблица 1

Видовое богатство основных таксономических групп долгоносикообразных жуков (Curculionoidea) в разных вариантах степей низкогорий Оренбургской области

Таксоны	Всего	Петрофитные степи	Разнотравно-злаковые и полынно-злаковые степи	Кустарниковые и луговые степи	Рудеральные биотопы в горностепных ландшафтах
Сем. Anthribidae – Ложнослоники	**7**	**5**	**1**	**3**	**1**
Подсем. Anthribinae – Ложнослоники	3	1	-	2	-
Подсем. Urodontinae – Зерновочки	5	4	1	1	2
Сем. Attelabidae – Трубковерты	**8**	**1**	**3**	**8**	**-**
Сем. Brentidae – Брентиды	**48**	**21**	**29**	**13**	**11**
Подсем. Apioninae – Семяеды	46	20	28	13	11
Подсем. Nanophyinae – Нанофиины	2	1	1	-	-
Сем. Curculionidae – Долгоносики (кроме подсем. Scolytinae)	**222**	**156**	**120**	**59**	**69**
Всего	**285**	**183**	**153**	**83**	**81**

Высокий уровень видового богатства горных степей Южного Урала обусловлен комплексом факторов: выраженным низкогорным рельефом, разнообразием склонов разной крутизны и экспозиции, пестротой состава горных пород (глыбы брекчий и конгломератов, щебнистые известняки и песчаники и т. д.) и, как следствие, богатой и своеобразной флорой.

Большинство зарегистрированных видов (178; 63%) относятся к степному фаунистическоми комплексу, из них 38 являются южностепными или пустынно-степным формами, не встречающимся на севере степной зоны и, тем более, в лесостепи. Большое число также лугово-степных видов с температурными (включая южнобореально-суббореальные) ареалами (99 видов; 35%), единичны неморальные (7 видов) и полизональные виды, а бореальные виды отсутствуют. Среди степного комлекса довольно четко выделяется группа петрофитно-степных видов (43), из них более или менее специфичны для горных степей всего 5-6 видов, остальные встречаются и в каменистых степях на сыртах и склонах балок востока Русской равнины. Например, только в горных и предгорных районах на Южном Урале на степных кустарниках встречается южносибирско-казахстанский вид *Sphaeroptochus fasciolatus* (Gebl.), местами обычный в петрофитно-кустарниковых степях горных сопок, при этом он местами встречается и на юге лесостепной зоны Предуралья. Самое северное его местонахождение – Стерлитамакские шиханы в Башкирии [16].

В целом, основное ядро степных сообществ долгоносиков в низкогорьях Южного Урала составляют, с одной стороны, петрофитно-степные формы, с другой, – виды широко распространеннные в разных типах степей. К характерным компонентам горных степей относятся *Bruchela schusteri* (Schils.), *Diplapion sareptanum* (Desbr.), *Ceratapion perlongum* (Fst.), *Squamapion lukjanovitshi* (Kor.), *Squamapion* sp. pr. *atomarium* (Kby.), *Fremuthiella interruptostriata* (Desbr.), *Mesotrichapion punctirostre* (Gyll.), *Stephanocleonus micrograммus* (Gyll.), *S. ignobilis* Fst., *Pseudocleonus dauricus* (Gebl.), *Pachycerus segnis* (Germ.), *Rhabdorrhynchus karelinii* (Fåhr.), *Leucomigus candidatus* (Pall.), *Larinus vulpes* (Ol.), *L. pruinosus* Petri, *L. centaurii* (Ol.), *L. impressus* Gebl. (= *L. ruber* Motsch.), *L. serratulae* Beck., *Lixus cylindrus* (F.), *L. brevipes* Bris., *Lixus scolopax* Boh., *Labiaticola melas* (Boh.), *Ceutorhynchus fabrilis* Fst., *C. potanini* Kor., *C. gottwaldi* Dieck. et Smrecz, *C. arnoldii* Kor., *Datonychus parzlavszkyi* (Kuthy), *Thamiocolus uniformis* (Gyll.), *Phrydiuchus topiarius* (Germ.), *Pseudorchestes kostali* (Dieckm.), *Gymnetron sauramatum* (Arzanov), *Tychius uralensis* Pic, *T. tectus* LeConte, *T. tridentinus* Penecke, *T. longulus* Desbr., *T. molestus* Fst., *T. subsulcatus* Tourn., *T. alexii* (Kor.), *Sibinia subelliptica* Desbr., *S. femoralis* Germ., *S. beckeri* Desbr., *Nastus goryi sareptanus* Fst., *Ptochus porcellus* Boh., *Sphaeroptochus fasciolatus* (Gebl.), *Psallidium maxillosum* (F.), *Mesagroicus obscurus* Boh., *M. poriventris* Rtt., *Sitona lineellus* (Bonsd.) и др.

Своеобразие горностепных группировок подчеркивается трофическими связями многих видов жуков с петрофитностепными видами растений, включая ряд уральских горностепных и скальных эндемиков и реликтов. Это наглядно нами показано на примере, комплексов долгоносиков горных степей Айтуарской степи Оренбургского заповедника [12], где в качестве примеров, в частности, приведены следующие: *Diplapion sareptanum* (Desbr.) (узкий олигофаг на степных пижмах, в Айтуаре живет на *Tanacetum kittaryanum* (C.A. Mey.) Tzvelev), *Ceratapion perlongum* (Fst.), (узкий олигофаг на мордовнмках, в Айтуаре связанный с *Echinops meyeri* (DC.) Iljin), *Pseudoprotapion ergenense* (Beck.) и *Fremuthiella interruptostriata* (Desbr.), (олигофаги на ряде видов астрагалов, в горных степях заповедника преимущественно встречающиеся на *Astragalus helmii* Fisch.), узкие олигофаги некоторых крупнотравных видов васильков *Pseudocleonus dauricus* (Gebl.), *Lixus scolopax* Boh. и *Larinus centaurii* (Ol.) в Айтуарской степи живут на *Centaurea kasakorum* Iljin, *Larinus impressus* Gebl., тесно связанный со стелющимися васильками из группы *Centaurea marschalliana* Spreng., в Айтуарской степи развивается на *Centaurea turgaica* Klokov, *Stephanocleonus ignobilis* Fst. узкий олигофаг на некоторых горных видах луков – *Allium* sp., *Ceutorhynchus viator* Fst. и *C. fabrilis* Fst. (на *Alyssum tortuosum* Waldst. & Kit. ex Willd. s. l.), *C. potanini* (в основном, на *Alyssum lenense* Adams), *Pachytychius transcaucasicus* Pic (вероятно, на *Astragalus oropolitanus* Knjaz. & Kulikov), *Tychius tectus* LeConte (олигофаг на остролодолчниках, в Айтуаре – на *Oxytropis kasakorum* Knjaz.), *Tychius tridentinus* Pen. (считается олигофагом на некоторых видах астрагалов, но автором в заповеднике и в некоторых других пунктах Оренбуржья жуки в значительном числе собраны в редкотравных петрофитных ассоциациях на *Oxytropis floribunda* (Pall.) DC.), *Tychius alexii* (Kor.) (олигофаг на петрофитностепных видах копеечников, в горных степях Айтуара жуки собраны на *Hedysarum argyrophyllum* Ledeb.), *Sibinia unicolor* Fåhr. (олигофаг на качимах, на каменистых гребнях гряд Айтуарской степи обычен на качиме скальном *Gypsophila rupestris* A. Kuprian.).

От горностепных сообществ на гранитном основании заметно отличаются комплексы долгоносиков щебнистных известняковых склонов. Типичными примерами таких урочищ выступают известняковый склон у речки Айтуарка в буферной зоне заповедного участка Айтуарской степи, гора Верблюжка на правобережье р. Урал и др. По сравнению со склонами в горных балках они, как правило, лучше прогреваются и дренируются, а растительность на них более ксерофитна. При этом склоновые осыпи под скальными известняковыми обнажениями имеют мощный рыхлый субстрат, что благоприятно для многих долгоносиков, особенно развивающихся в корнях. Здесь отмечен ряд видов (в основном южностепных и пустынно-степных), редких или не отмеченных на сопках: *Taphrotopium steveni* (Gyll.) и *Eremochorus* sp. (на *Artemisia lercheana* Weber ex Stechm.), *Baris sulcata* (Boh.), *Conorhynchus nigrivittis* (Pall.), *Metadonus anceps* (Boh.) и *Psallidium maxillosum* (F.) (на *Kochia prostrata* (L.) Schrad.), *Bruchela suturalis* (F.), *B. rufipes* (Ol.) и *Aulacobaris picicornis* (Marsh.) (на *Reseda lutea* L.), *Melanobaris nigritarsis* (Boh.), *Eremobaris picturata* (Mén.) и *Acentrus histrio* (Schoenh.) (все три вида на петрофитных крестоцветных), *Thamiocolus uniformis* (Gyll.) (на *Phlomis pungens* Willd.), *Stuebenius amplithorax* (Form.), *Archeophloeus inermis* (Boh.) и др.

На травянистых участках кустарниковых степей, а также в лугово-степных сообществах ложбин и низовьев горных балок концентрируются более мезофильные степные и лугово-степные хортобионты, например, *Involvulus pubescens* (F.) (на *Thalictrum* spp.), *Cyanapion columbinum* (Germ.), *C. alcyoneum* (Germ.), *C. platalea* (Germ.) (на разных видх рода *Lathyrus* L.), *Ceratapion secundum* (на *Galatella biflora* (L.) Nees), *C. armatum* (на *Chartolepis intermedia* Boiss.), *Squamapion samarense* (Fst.) (на *Nepeta nuda* L.), *Aspidapion soror* (Rey), *Aspidapion chalceus* (Marsh.) и *Malvaevora timida* (Rossi) (на *Lavatera thuhngiaca* L.), *Squamapion flavimanum* (Gyll.) (на *Origanum vulgare* L.), *Dieckmanniellus chevrieri* (на *Lythrum* sp.), *Liparus coronatus* (Goeze) (на *Xanthoselinum alsaticum* (L.) Schur.), *Lixus bardanae* (F.) (на крупностебельных видах *Rumex* spp. и, севернеее, в горной лесостепи, также на *Aconogonon alpinum* (All.) Schur), *Ceutorhynchus inaffectatus* Gyll. (на *Hesperis sibirica* L.), *Calosirus terminatus* (Hbst.), *Thamiocolus virgatus* (Gyll.) и *Th. sahlbergi* (C.R. Sahl.) (на *Phlomoides tuberosa* (L.) Moench), *Orobitis cyanea* (L.) (на *Viola* spp.), *Anthonomus rubi* (Hbst.) (на Южном Урале этот олигофаг розоцветных представлен в основном красной, восточной формой), *Pseudorchestes ermischi* (Dieckm.) (на *Centaurea apiculata* Ledeb.), *P. circumvistulanus* (Bialooki) (на *Tanacetum vulgare* L.), *P. asiaticus* Legalov (на *Artemisia dracunculus* L.), *Tychius quinquepunctatus* (L.) (на *Lathyrus* L. и *Vicia* L.), *Eusomus ovulum* Germ. и др.

Специфичными особенностями характеризуются и сообщества жуков-фитофагов кустарниковых зарослей, обычно формирующиеся в хорошо увлажненных участках степных склонов, но местами и на вершинах сопок (так называемые, спирейные и карагановые степи). Черты своеобразия данных сообществ определяются в основном видами, экологически связанными со степными кустарниками. Типичны для данных биотопов *Temnocerus subglaber* (Desbr.) и *Sphaeroptochus fasciolatus* (Gebl.) (на *Spiraea crenata* L. и *S. hipericifolia* L.), *Neocoenorhinus pauxillus* (Germ.) и *Anthonomus incurvus* (Pz.) (на *Cerasus fruticosa* Pall.), *Rhynchites auratus* (Scop.), *Magdalis serricollis* Reitt., *Rhamphus oxyacanthae* (Marsh.) и *Anthonomus rufus* Gyll. (на *Amygdalus nana* L.), *Mecorhis ungarica* (Hbst.) (олигофаг на некоторых видах *Rosa* L., в низкогорьях Южного Урала он живет на *R. glabrifolia* C. A. Mey. ex Rupr.), *Trigonorrhinus dolgovi* (Kor.) и *Tychius uralensis* Pic (на *Caragana frutex* (L.) K. Koch), *Exapion difficile* (Hbst.) (на *Genista tinctoria* L.), *Exapion corniculatum* (Germ.) и *E. elongatulum* (Desbr.) (на *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Vorosch.)), *Pachytychius sparsutus* (Ol.) (на ракитнике и дроке), а также многоядные виды – *Otiorhynchus concinnus* Gyll., *O. chrysostictus* Gyll., *O. unctuosus* Germ., *O. fullo* (Schrnk.) и *Polydrusus inustus* Germ. В отличие от других степных группировок, в наиболее влажных участках кустарниковых зарослей встречаются и преимущественно лесные формы, например, *Tatianaerhynchites aequatus* (L.), *Epirhynchites auratus* (Scop.), *Magdalis ruficornis* (L.), *Phyllobius pyri* (L.), *Ph. maculicornis* Germ.

В биотопах с рудеральной растительностью в пределах горностепных ландшафтов отмечен 81 вид долгоносиков, подавляющее большинство из них встречается в естественных степных ландшафтах (откуда они и заселяют антропогенно нарушенные местообитания). Преимущественно или исключительно на сорной растительности обитают *Bruchela parvula* (Motsch.), *Ceutorhynchus pulvinatus* Gyll. и *C. sisymbrii* (Dieck.) (на *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl и *Sisymbrium loeselii* L.), *Malvapion malvae* (F.) (на *Malva pusilla* Sm.), *Lixus subtilis* Boh. и *L. rubicundus* Zoubkoff (на *Atriplex* spp.), *Lixus cardui* Ol. (на *Onopordum acanthium* L.), *Ceutorhynchus languidus* Schultze (на *Lepidium ruderale* L.), *C. turbatus* Schultze (на *Cardaria draba*

(L.) Desv.). Происходящий из Восточной Сибири *Cardipennis rubripes* (Hustache) (монофаг на *Cannabis sativa* L.) – единственный инвазивный вид долгоносиков в горностепных ландшафтах Оренбуржья встречается только в антропогенно нарушенных местообитаниях, как и его кормовое растение.

Ниже остановимся на показателях, отражающих степень своеобразия горностепной фауны юга Оренбуржья.

В зоогеографическом плане специфика фауны степных низкогорий Южного Урала отражается в большом числе и высокой доле центральнопалеарктических южностепных и пустынно-степных видов южносибирско-монгольского, казахстанского и ирано-туранского происхождения (76 видов; 27%), что заметно отличает ее от степей лесостепной зоны Заволжья, где доля таковых даже на юге лесостепи не превышает 10% [17]. Эти ксерофильные виды закономерно концентрируются в наиболее ксерофитных (петрофитных и петрофитно-кустарниковых) типах горных степей.

С другой стороны, 59 видов, встречающихся в горных степях юга Оренбуржья, имеют исключительно или преимущественно западнопалеарктические ареалы. Часть из них на восток распространены до Зауралья, но большиство западнопалеарктических видов (42), зарегистрированных в степных низкогорьях Оренбуржья, здесь находятся на восточных или северо-восточных пределах своих ареалов. Это в основном представители фауны европейских степей и лесостепей, например, 7 из 10 отмеченных здесь восточноевропейских степных видов: *Ceratapion perlongum* (Fst.), *Ceratapion transsylvanicum* (Schilsky), *Datonychus parzlavskyi* (Kuthy), *D. transsylvanicus* (Schultze), *Gymnetron sauramatum* Arzanov, *Trachyphloeus parallelus* Seidlitz, *Stuebenius amplithorax* (Formanek) не известны в Зауралье.

Хотя узких эндемиков горностепных районов Южного Урала среди жуков-долгоносиков пока не описано, однако в ходе наших работ было обнаружено несколько новых видов (их описания находятся в процессе подготовки). Крайне показательно, что все это нелетающие, при этом довольно крупные виды из родов *Eremochorus* Zasl., *Macrotarrhus* Bed. и *Brachypera* Cap., характеризующихся большим числом эндемиков в горно-степных и аридных областях Южной Сибири, Монголии и Средней Азии. Все новые виды обнаружены в единичных и притом специфических местообитаниях. Например, только на одном известняковом склоне в Айтуарской степи собран долгоносик *Eremochorus* sp. [12]. Только по сборам В.А. Немкова на горе Кармен в пределах Буртинской степи известен бескрылый вид рода *Brachypera* [11]. Эти данные показывают заметно больший уровень своеобразия степной фауны ЮжногоУрала, чем это обычно считается.

Подготовка статьи выполнена в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ «Биоразнообразие природных экосистем Заволжско-Уральского региона: история его формирования, современная динамика и пути охраны» (FEWS-2024-0011).

Список литературы

1. Чибилёв А.А. Степи Оренбургские. К 25-летию создания заповедника «Оренбургский». Оренбург-Екатеринбург: Институт степи УрО РАН; Оренбургское отделение Русского географического общества, 2014. 152 с.

2. Немков В.А., Русаков А.В., Шаповалов А.М. Фауна корневых долгоносиков трибы Cleonini степного Оренбуржья // Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий: Материалы 2 Междунар. конф. Оренбург: Оренбургский государственный педагогический университет, 2002. С. 174-177.

3. Немков В.А. Энтомофауна степного Приуралья (история формирования и изучения, состав, изменения, охрана). М.: Университетская книга, 2011. 316 с.

4. Шаповалов А.М. Ботанико-географические зоны как рубежи распространения жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) в Оренбургской области // Степи Северной Евразии: материалы VI Международного симпозиума. Оренбург, 2012. С. 173.

5. Шаповалов А.М. О находках долгоносиков Acentrus histrio Schoenh. и Coniocleonus schoenherri Gebl. (Coleoptera, Curculionidae) в Предуралье // Энтомологическое обозрение. 2013. Т. 92. Вып. 4. С. 859-860.

6. Yunakov N.N., Dedyukhin S.V., Filimonov R.V. Towards the survey of Entiminae weevils (Coleoptera, Curculionidae) of Russia: species occurring in the Volga and Ural Regions // Russian entomological journal. 2012. Vol. 21. No 1. P. 57-72.

7. Дедюхин С.В. Видовое богатство и зональные особенности парциальных фаун жуков-фитофагов (Coleoptera, Chrysomeloidea, Curculionoidea) травянистых склонов на востоке Русской равнины и в Предуралье // Зоологический журнал. 2016. Т. 95. № 9. С. 1053-1065.

8. Дедюхин С. В. Итоги и перспективы изучения жесткокрылых надсемейств Chrysomeloidea и Curculionoidea в Оренбуржье // Степи Северной Евразии: материалы VIII международного симпозиума (Оренбург, 09-13 сентября 2018 г.). Оренбург: ИС УрО РАН, 2018. С. 321-324.

9. Дедюхин С.В. Предварительные результаты изучения растительноядных жесткокрылых (Coleoptera, Chrysomelidae и Curculionoidea) в заповедниках Оренбуржья и перспективы дальнейших исследований // Вопросы степеведения. 2019. № 15. С. 91-94.

10. Дедюхин С.В. Охраняемые и рекомендуемые к охране виды жуков-фитофагов (Coleoptera: Chrysomelidae и Curculionoidea) в регионах Среднего Поволжья и Урала // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2020. Т. 5. № 2. С. 1-27. DOI: https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2020.013

11. Дедюхин С.В. Итоги изучения растительноядных жесткокрылых (Coleoptera: Chrysomeloidea, Curculionoidea) в заповедниках Оренбуржья с 2015 по 2020 годы // Степи Северной Евразии: материалы IX международного симпозиума [Электронный ресурс] / под ред. А.А. Чибилёва. Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2021. С. 252-259. Режим доступа: http:// steppeforum.ru/sites/default/ files/sbornik.pdf

12. Дедюхин С.В. Фауна и ландшафтно-биотопическое распределение долгоносикообразных жуков (Coleoptera: Curculionoidea) Айтуарской степи (Оренбургская область, Россия) // Кавказский энтомологический бюллетень. 2022. Т. 18. Вып. 1. С. 59-76. DOI: 10.23885/181433262022181-5976.

13. Дедюхин С.В. Интересные находки жуков-долгоносиков (Coleoptera: Curculionidae: Curculioninae) в степной зоне европейской части России и Урала // Кавказский энтомологический бюллетень. 2023. Т. 19. Вып. 1. С. 31-36. DOI: 10.23885/181433262023191-3136.

14. Дедюхин С.В., Филимонов Р.В. Состав фауны и биотическое долгоносикообразных жуков (Coleoptera, Curculionoidea) заповедника «Шайтан-Тау» // Полевой журнал биолога. 2020. Т. 2. № 3. С. 185-204. DOI 10.18413/2658-3453-2020-2-3-185-204.

15. Дедюхин С.В., Коротяев Б.А. Интересные находки долгоносикообразных жуков (Coleoptera, Curculionoidea) вблизи границы между Европой и Азией // Энтомологическое обозрение. 2021. Т. 100. Вып. 2. С. 439-358. DOI: 10.31857/S0367144521020118.

16. Дедюхин С.В. Особенности фауны и сообществ растительноядных жуков (Coleoptera: Chrysomeloidea, Curculionoidea) шиханов близ г. Стерлитамак (Республика Башкортостан) // Зоологический журнал. 2020. Т. 99. № 4. С. 413-421. DOI: 10.31857/S0044513420020087.

17. Дедюхин С.В. Разнообразие растительноядных жуков (Coleoptera: Chrysomeloidea, Curculionoidea) в степных сообществах лесостепи Высокого Заволжья // Энтомологическое обозрение. 2015. Т. 94. Вып. 3. С. 626-650.

УДК 628.17:631.67
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-363-371

ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В БАССЕЙНЕ РЕКИ САКМАРЫ: ТРЕНДЫ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ

WATER USE IN THE SAKMARA RIVER BASIN: TRENDS, EFFICIENCY, SOURCE POLLUTION

Демин А.П.
Demin A.P.

ФГБУН Институт водных проблем Российской академии наук, Москва, Россия
Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: deminap@mail.ru

Аннотация. Цель исследования – показать изменения объемов водопотребления и водоотведения, массы сброса загрязняющих веществ в бассейне р. Сакмара в связи с изменяющимися социально-экономическими и технологическими условиями и оценить трансформацию качества воды в водных источниках. Выявлено, что антропогенная нагрузка на водные ресурсы бассейна р. Сакмара за последние 27 лет значительно сократилась – с 1995 г. по 2022 г. забор воды в бассейне для удовлетворения нужд населения и хозяйства сократился в 2,8 раза. Среднесуточное удельное водопотребление на 1 жителя снизилось во всех муниципальных образованиях. Коэффициент водооборота в бассейне вырос с 91,1 до 95,9%. Масса сброса большинства загрязняющих веществ, содержащихся в составе сточных вод, снизилась в 2-10 раз, но по двум веществам отмечается заметный рост сброса. В верховьях р. Сакмары и ее притоке р. Большой Ик качество воды значительно улучшилось. Величины показателей УКИЗВ в створе с. Большая Каргала и устье Сакмары, а также в реках Салмыш и Большой Юшатырь изменились незначительно, но все же имеют слабый положительный тренд.

Ключевые слова: забор воды, оборотное водоснабжение, сточные воды, сброс загрязняющих веществ, качество воды.

Abstract. The purpose of the study is to show changes in the volumes of water consumption and water disposal, the mass of discharge of pollutants in the river basin. Sakmara in connection with changing socio-economic and technological conditions and assess the transformation of water quality in water sources. It was revealed that the anthropogenic load on the water resources of the river basin Sakmara has decreased significantly over the past 27 years – from 1995 to 2022, water intake in the basin to meet the needs of the population and economy decreased by 2.8 times. Average daily specific water consumption per inhabitant decreased in all municipalities. The water turnover coefficient in the basin increased from 91.1 to 95.9%. The mass of discharge of most pollutants contained in wastewater has decreased by 2-10 times, but for two substances there has been a noticeable increase in discharge. In the upper reaches of the river Sakmara and its tributary river Big Ik water quality has improved significantly. The values of UKIZV indicators at the site with Bolshaya Kargala and the mouth of Sakmara, as well as in the Salmysh and Bolshoy Yushatyr rivers, have changed slightly, but still have a weak positive trend.

Key words: water withdrawal, recycling water supply, wastewater, discharge of pollutants, water quality.

Введение. Река Сакмара – самый крупный приток р. Урал. Ее протяженность 798 км, а площадь водосбора по разным оценкам составляет от 30,2 [1] до 30,35 тыс. км^2 по данным ГИС (площадные объекты оцифрованы по карте масштаба 1:1 000 000). Она протекает по территории двух субъектов – Республики Башкортостан (РБ) и Оренбургской области.

Истоки р. Сакмары находятся на восточном склоне южной оконечности хребта Урал-Тау в Абзелиловском муниципальном районе РБ. При впадении в Урал ниже г. Оренбурга р. Сакмара дает около 60% их общего стока и является ключевым гидрологическим звеном, оказывающим значительное влияние на нижнее течение р. Урал. Гидрографической особенностью бассейна Сакмары является его асимметричность, так правобережная часть составляет около 83% всей площади бассейна. Левобережная часть занимает узкую полосу вдоль водораздела с р. Урал, а притоки левобережья незначительны по размерам и маловодны. Основной источник питания Сакмары – снежный покров, доля которого составляет около 77% годового стока; на долю дождевого питания приходится 11%, грунтового – 12% годового стока. [2].

Проблемы водопользования приобретают все большую актуальность в условиях нарастающего дефицита водных ресурсов, особенно в регионах с развитым промышленным и сельскохозяйственным производством. Такое сочетание характерно для бассейна реки Сакмары,

территория которой относится к регионам с высоким природно-ресурсным потенциалом и интенсивным аграрно-промышленным развитием. Здесь размещаются крупные промышленные узлы: Оренбургский, Кувандыкский Медногорский в Оренбургской области, а также предприятия г. Кумертау РБ.

В бассейне Сакмары заметная часть населения, потребляет воду для своих нужд из поверхностных источников. На юго-востоке Башкирии отмечена повышенная заболеваемость населения, обусловленная в том числе экологическими и биогеохимическими факторами. Концентрация железа и марганца в питьевой воде в ряде случаев значительно превышает нормативные значения [3]. Цель статьи – показать изменения объемов водопотребления и водоотведения, массы сброса загрязняющих веществ в бассейне р. Сакмары в связи с изменяющимися социально-экономическими и технологическими условиями и оценить трансформацию качества ее воды в различных створах.

Материалы и методы. В качестве исходных материалов для анализа изменения объемов забираемых и отводимых в поверхностные водные объекты бассейна р. Сакмары сточных вод, а также сброса загрязняющих веществ в их составе, использовались данные государственной статистической отчетности (форма 2-ТП (водхоз)), содержащиеся в материалах государственного водного кадастра (обобщенные данные использования вод за 1995-2009 гг.) и материалах автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов Российской Федерации (2010-2022 гг.) [4]. Оценка динамики численности населения в бассейне основывалась на материалах Росстата [5]. Анализ динамики качества поверхностных вод выполнен на основе данных гидрохимической сети Росгидромета [6], докладов о состоянии и об охране окружающей среды по субъектам РФ [7-8].

В соответствии с поставленными задачами исследование проведено на основе системного подхода с использованием следующих методов: 1) аналитического (сбор и систематизация первичной информации по объемам отводимых сточных вод, сбросам загрязняющих веществ; 2) специальных (на основе собранных материалов были составлены таблицы, построены диаграммы; 3) статистической обработки данных и сравнительного анализа.

Результаты исследований и их обсуждение. Согласно водохозяйственному районированию бассейна р. Урал бассейн р. Сакмары составляет три водохозяйственных участка (ВХУ): ВХУ 12.01.00.005 – Сакмара от истока до р. Большой Ик; ВХУ 12.01.00.006 – Большой Ик; ВХУ12.01.00.007 – Сакмара от впадения р. Большой Ик до устья [1].

ВХУ 12.01.00.005 охватывает бассейн р. Сакмары, стекающей с южных склонов хребта Уралтау, до впадения в нее р. Большой Ик. Его территория расположена на поверхности хребта Уралтау и Зилаирского плато. Сюда входят части Абзелиловского, Баймакского, Зианчуринского, Зилаирского и Хайбуллинского муниципальных районов Башкортостана, а также части Беляевского, Саракташского района, городского округа Кувандык и полностью г. Медногорск Оренбургской области.

ВХУ 12.01.00.006 охватывает бассейн крупного притока р. Сакмары – р. Большой Ик. Территория участка в основном расположена на поверхности Зилаирского плато и включает заметные части Зианчуринского, Зилаирского, Кугарчинского и незначительную часть Куюргазинского муниципальных районов РБ. Также сюда входят части Саракташского и Тюльганского района Оренбургской области.

ВХУ 12.01.00.007 охватывает бассейн р. Сакмары от впадения ее крупного притока р. Большой Ик до устья. Здесь расположены территории городского округа Кумертау, более 70% территории Куюргазинского и незначительные части территории Зианчуринского и Федоровского муниципальных районов РБ. На Оренбургскую область приходится более 85% водосборной площади этого участка. В этот ВХУ входят почти полностью территории Октябрьского и Сакмарского, а также значительные части Саракташского, Тюльганского, Шарлыкского и незначительные части Александровского и Оренбургского муниципальных районов. Кроме того, здесь расположена треть территории областного центра г. Оренбурга *(таблица 1)*.

По состоянию на 01.01.2023 г. на территории бассейна р. Сакмары проживало 492 тыс. человек. В ВХУ 12.01.00.005 проживает 107 тыс. чел., а плотность населения превышает 10 чел./км^2. Здесь немного преобладает сельское население (53%). В бассейне р. Большой Ик проживает 46 тыс. чел, а плотность населения минимальна – 6 чел./км^2. В ВХУ 12.01.00.007 проживает 339 тыс. чел, в основном городского населения (63%), по большей части за счет

жителей Дзержинского и частично Ленинского районов г. Оренбурга. Средняя плотность населения в ВХУ составляет 28 чел./км^2.

Таблица 1

Административное деление территории бассейна р. Сакмары

Наименование водохозяйственного участка	Площадь водохозяйственного участка по данным ГИС, тыс. км^2		Численность населения на 01.01.2023, тыс. чел		в т. ч. городского населения, тыс. чел.	в т. ч. сельского населения, тыс. чел.
	тыс. км^2	% бассейна	тыс. чел.	% бассейна		
ВХУ 12.01.00.005 – Сакмара от истока до впадения р. Большой Ик	10,56	34,8	106,9	21,7	49,8	57,1
ВХУ 12.01.00.006 – р. Большой Ик	7,64	25,2	46,1	9,4,4	–	46,1
ВХУ 12.01.00.007 – Сакмара от впадения р. Большой Ик до устья	12,15	40,0	338,9	68,9	212,6	126,4
Итого бассейн р. Сакмары	30,35	100	491,9	100	262,4	229,6

Основными водопотребителями являются такие виды экономической деятельности как «Забор, очистка и распределение воды», «Обеспечение электрической энергией, газом и паром», в меньшей степени сельское хозяйство. На эти три вида в бассейне р. Сакмары приходится около 85% объема водопотребления. За период 1995-2022 гг. забор воды в бассейне Сакмары сократился в 2,8 раза – с 99 до 35 млн м^3 *(рисунок 1)*, причем забор из поверхностных источников сократился в 5,1 раза, из подземных – в 2,3 раза. В настоящее время объем забора воды из подземных источников в бассейне в 5 раз превосходит величину забора из поверхностных источников. В последние пять лет объем водозабора в бассейне приобрел устойчивый характер.

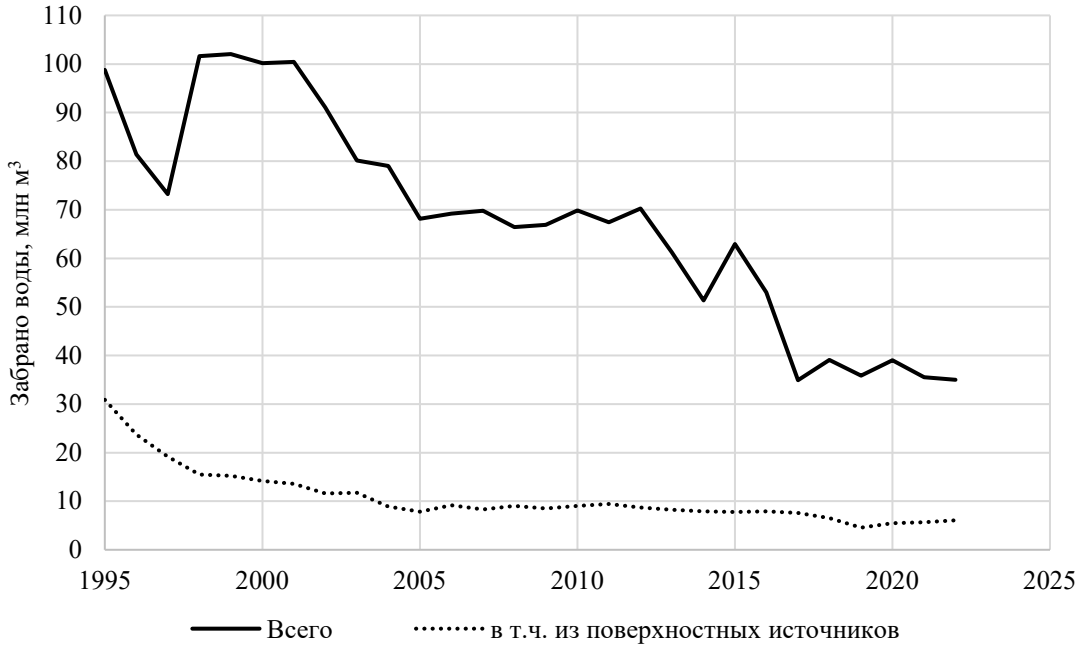


Рисунок 1. Забрано воды в бассейне р. Сакмары, млн м^3.

Объем использования воды на все нужды за 27-летний период сократился в 2,4 раза, однако темпы и причины снижения по различным видам водопользования различаются очень сильно *(рисунок 2)*.

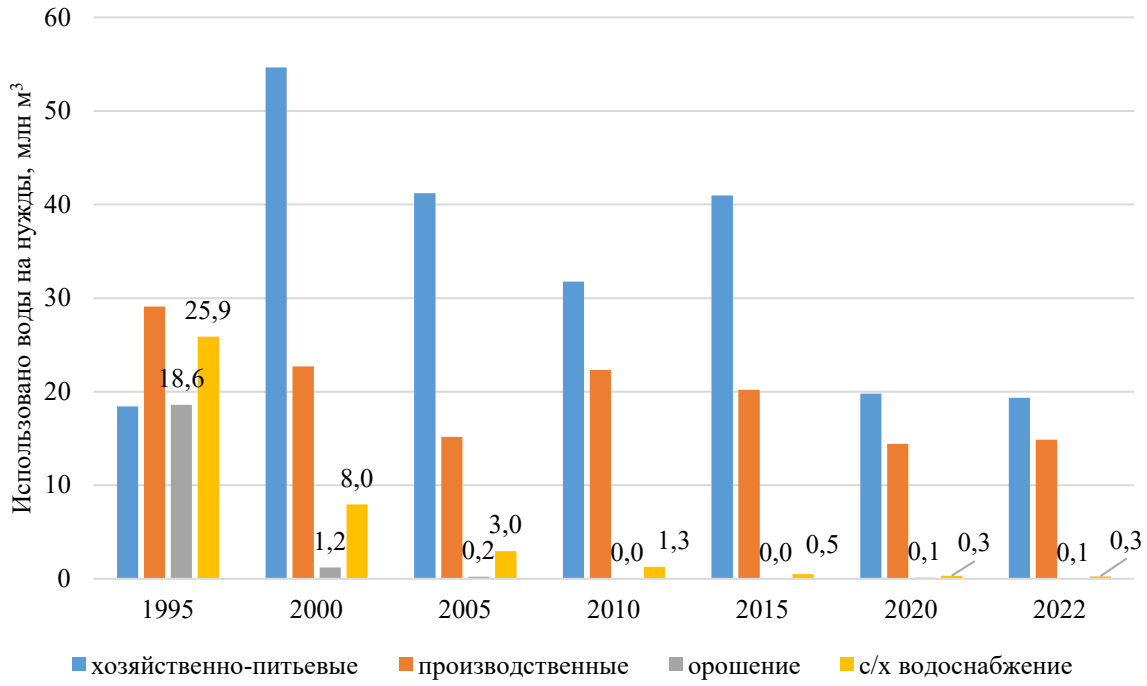


Рисунок 2. Использовано пресной воды на различные нужды в бассейне р. Сакмары, млн м^3.

Водопользование на хозяйственно-питьевые и бытовые нужды населения в начальный период росло, так как во многих населенных пунктах, особенно в сельской местности и малых городах, строились водопроводы и росло благоустройство жилого фонда. После 2000 г. в результате различных причин объем водопотребления населением в бассейне Сакмары сократился в 2,8 раза – с 54,7 до 19,4 млн м^3. Одна из причин – снижение численности населения, как и в большинстве регионов России. Всего в бассейне Сакмары с 2001 по 2022 г. население сократилось на 52,7 тыс. чел. (9,7%). Максимальным было сокращение населения на территории ВХУ 12.01.00.005 – на 29,2 тыс. чел. (21,4%). В бассейне р. Большой Ик оно сократилось на 1/5 часть. На территории ВХУ 12.01.00.007 относительное сокращение населения было минимальным – 3,5%.

Но более важная причина – снижение удельного среднесуточного водопотребления жителями. С переходом от оплаты за коммунальные услуги по единому тарифу к оплате за количество потребленных ресурсов жители начали массово устанавливать счетчики на воду, выбирать бытовую и санитарную технику, которая более эффективно расходует ресурсы. Для некоторых категорий жителей существенным оказался рост тарифов на воду. В результате среднесуточное потребление воды на коммунальные нужды жителями в бассейне р. Сакмары снизилось за этот период с 280 до 108 л (сут·чел.)

Объем использования воды на производственные нужды в промышленности бассейна р. Сакмара незначителен и в 1995 г. составлял около 29 млн м^3. Основной объем воды на производственные нужды в бассейне (около 90%) расходуется в таких отраслях как энергетика и ЖКХ. Существенную роль в снижении забора свежей воды на производственные нужды играет развитие оборотного и повторно-последовательного водоснабжения. Уже в 1995 г. коэффициент водооборота в бассейне Сакмары превышал 91%, тем не менее он постепенно увеличивался и в настоящее время составляет 96% *(рисунок 3)*, что существенно выше, чем на остальной территории российской части бассейна р. Урал.

Однако с начала 1990-х гг. площадь орошаемых земель стала существенно сокращаться. Наиболее резко этот процесс шел в 1990-е гг. Одна из главных причин сложившегося положения заключалась в отсутствии необходимого финансового обеспечения отрасли как со стороны хозяйств-водопотребителей, так и со стороны водохозяйственных эксплуатационных организаций. Отмечался резкий спад парка дождевальных и поливальных машин, объемов

ремонтных работ на насосных станциях, каналах, гидротехнических сооружениях, трубопроводах.

В нулевых годах водопотребление орошаемого земледелия практически прекратилось полностью. В последние годы в мелиоративном комплексе наметились положительные сдвиги и площадь орошаемых земель стала немного расти.

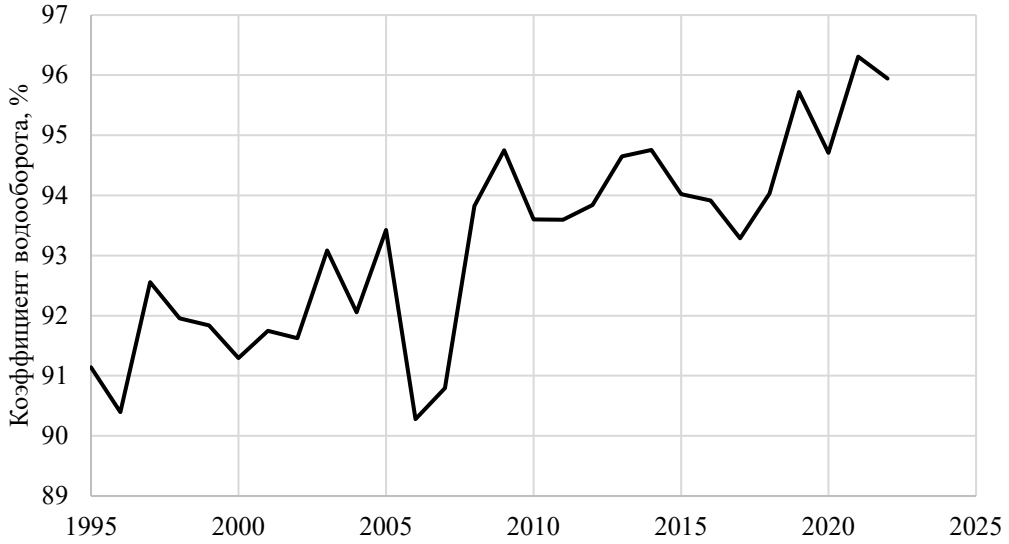


Рисунок 3. Динамика коэффициента водооборота в бассейне р. Сакмара, %.

Орошаемое земледелие в бассейне Сакмары активно развивалось в 1970-1980-е гг.

Также очень сильное сокращение водопотребления произошло на нужды сельскохозяйственного водоснабжения, в первую очередь в результате развала общественного животноводства и резкого сокращения поголовья сельскохозяйственных животных.

За период 1995-2022 гг. объем сброса сточной, шахтно-рудничной и коллекторно-дренажной воды в поверхностные водные объекты бассейна р. Сакмары сократился в 3,5 раза – с 11,9 до 3,4 млн м^3. Связано это в основном с сокращением забора воды для нужд населения и объектов экономики в связи с падением производства промышленной и сельскохозяйственной продукции, ростом мощностей систем оборотного водоснабжения и внедрением водосберегающей техники *(рисунок 4)*.

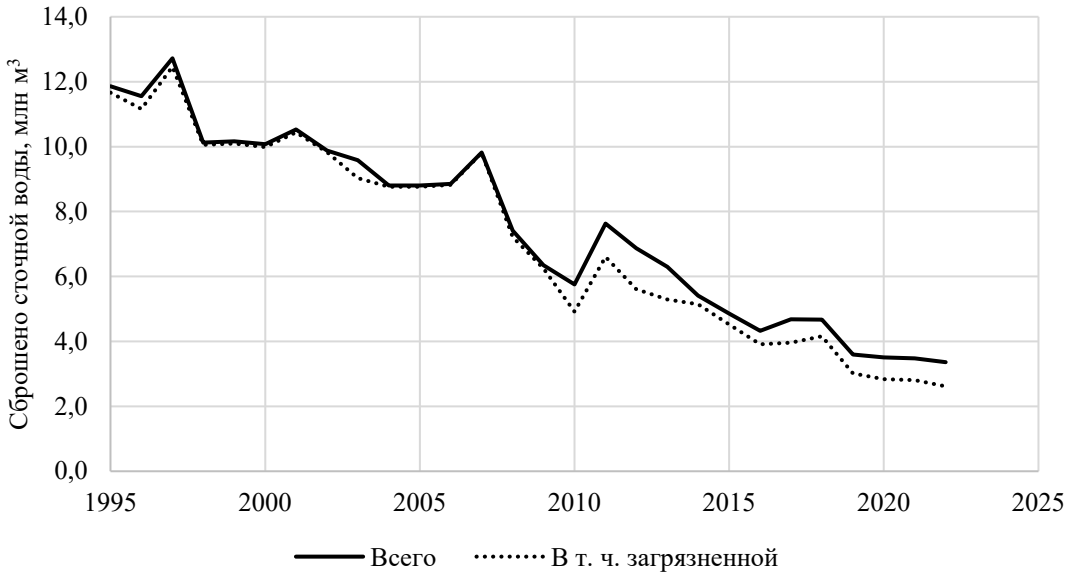


Рисунок 4. Сброшено сточной, шахтно-рудничной и коллекторно-дренажной воды в поверхностные водные объекты бассейна р. Сакмары, млн м^3.

Наблюдалось поступательное снижение доли загрязненных сточных вод в общем объеме отводимых сточных вод – с 98,3% в 1995 г. до 77,9% в 2022 г. При этом бóльшая часть загрязненных сточных вод сбрасывалась в водоприемники недостаточно очищенными. В 2019-2022 г. вся вода, относимая к категории загрязненной, направлялась на очистные сооружения. Доля нормативно очищенной воды в общем объеме сточных вод, требующих очистки, за 27 лет в бассейне Сакмары выросла с 0 до 21,7% *(таблица 2)*. В целом же по российской части бассейна р. Урал до нормативов в последние годы очищается только около 1% объема сточных вод, требующих очистки [9].

Таблица 2

Сброшено сточной, шахтно-рудничной, карьерной и коллекторно-дренажной воды в бассейне р. Сакмары, млн м^3

Год	Сброшено сточной, шахтно-рудничной, карьерной и коллекторно-дренажной воды, млн м^3					Доля загрязненной воды в общем объеме сброшенной воды, %	Доля нормативно очищенной воды в объеме сточных вод, требующих очистки %
	Всего	Всего загрязненной	в т.ч. без очистки	Нормативно чистой	Нормативно очищенной на сооружениях очистки		
1995	11,85	11,66	0,83	0,19	0	98,3	0,0
2000	10,07	9,99	0,62	0,07	0,02	99,2	0,2
2001	10,53	10,44	0,99	0,06	0,02	99,1	0,2
2002	9,88	9,83	1,05	0,05	0	99,5	0,0
2003	9,58	9,03	0,24	0,55	0	94,3	0,0
2004	8,8	8,76	0,19	0,03	0,01	99,5	0,1
2005	8,8	8,76	0,22	0,02	0,01	99,5	0,1
2006	8,85	8,82	0,24	0,03	0,01	99,7	0,1
2007	9,82	9,81	0,28	0	0,01	99,9	0,1
2008	7,41	7,21	0,2	0	0,2	97,3	2,7
2009	6,35	6,25	0,06	0	0,1	98,4	1,6
2010	5,76	4,92	0,27	0,6	0,23	85,4	4,5
2011	7,63	6,6	0,29	0,63	0,4	86,5	5,7
2012	6,87	5,61	0,29	0,78	0,47	81,7	7,7
2013	6,3	5,29	0,29	0,43	0,58	84,0	9,9
2014	5,41	5,14	0,25	0,02	0,25	95,0	4,6
2015	4,86	4,52	0,26	0,01	0,33	93,0	6,8
2016	4,33	3,91	0,25	0,01	0,41	90,3	9,5
2017	4,68	3,96	0,26	0,01	0,71	84,6	15,2
2018	4,67	4,16	0,24	0,01	0,5	89,1	10,7
2019	3,6	3,01	0	0,29	0,3	83,6	9,1
2020	3,51	2,84	0	0,296	0,38	80,9	11,8
2021	3,48	2,81	0	0,296	0,37	80,7	17,5
2022	3,36	2,62	0	0,25	0,44	77,9	21,7

Масса сброса загрязняющих веществ (ЗВ), содержащихся в составе сточных вод, отводимых в водные объекты бассейна р. Сакмары, варьирует в очень широких пределах – от нескольких тысяч тонн до десятков килограмм. К ЗВ с наибольшей массой относятся сульфаты, хлориды и сухой остаток *(таблица 3)*.

Величина сухого остатка является обобщенным показателем качества воды, характеризует общее содержание растворенных в воде нелетучих минеральных и частично органических соединений, т. е. свидетельствует о минерализации воды. Наибольшую долю в величину это сброса вносит ЖКХ. Сброс сухого остатка неуклонно сокращался в течение всего периода и снизился более чем в 6 раз. Сброс хлоридов существенно снижался до 2015 г., но позже почти не изменялся. Всего за данный период сброс массы хлоридов снизился в 3,7 раза, а сульфатов более, чем в 8 раз.

Максимально из объемных веществ сократился сброс взвешенных веществ – почти в 10 раз. Биохимическое потребление кислорода (БПК), являющееся одним из важнейших критериев уровня загрязнения водоема легкоокисляемыми органическими веществами, сократилось в

бассейне Сакмары за этот период в 4,2 раз. Химическое потребление кислорода (ХПК), показатель содержания органических веществ в воде, снизилось с 2000 г. в 2,1 раза. Очень существенно сократился сброс железа и магния (16 и 48 раз).

Таблица 3

Динамика сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод в бассейне р. Сакмары, тонн

Загрязняющие вещества	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.	2022 г.	1995 к 2022, раз
Сухой остаток	6630	3720	2140	2350	1490,4	1093,3	1069,6	6,2
Сульфаты	1590	890	580	386,8	260,4	210,1	194,5	8,2
Хлориды	820	820	620	429,6	255,3	236,47	221,77	3,7
Взвешенные вещества	220	130	80	50,1	41,2	27,42	22,98	9,6
Нитраты	9,42	124,94	249,15	125,89	130,96	92,07	95,14	0,10
БПК полный	70	80	50	33,5	25,6	17,98	16,63	4,2
ХПК	–	40	23,5	39,37	11,83	7,92	18,83	2,1*
Магний	9,0	1,73	6,13	0,539	0,172	0,184	0,188	47,7
Азот аммонийный	2,27	56,90	10,11	5,68	2,752	3,073	2,357	0,96
Фосфаты (по фосфору)	1,87	1,99	7,05	5,90	3,654	0,630	1,186	1,6
Нитриты	0,86	1,82	6,37	2,101	0,281	0,264	0,341	2,5
Цинк	2,03	0,23	0,39	0,145	0,027	0,013	0,0116	174,9
НСПАВ	0,01	0,14	0,07	0,177	0,331	0,124	0,162	0,06
Железо	4,38	1,31	1,33	0,736	0,346	0,308	0,272	16,1
Медь	0,88	0,45	0,09	0,0227	0,0075	0,0026	0,0023	377,2
Фтор	–	0,18	0,31	0,061	0,073	0,1494	0,1896	0,95*

* – 2000 г. к 2022 г. %.

Почти не изменилась за 27-летний период масса сброса фтора и азота аммонийного (хотя в отдельные годы сброс азота возрастал в 10-25 раз). Сброс фосфора и нитритов снизился в 1,5-2,5 раза.

Итак, по двум ЗВ (фтор и азот аммонийный) масса сброса за 27 лет изменилась незначительно, по трем веществам она снизилась в 1,5-2,5 раза, по пяти другим ЗВ – в 4-10 раз. Сброс железа сократился в 16 раз, а магния в 48 раз. Максимальный успех достигнут в снижении сброса двух ЗВ – цинка (175) и меди (377 раз).

Однако по двум ЗВ отмечается заметный рост сброса ЗВ, несмотря на более чем четырехкратное сокращение сброса загрязненных сточных вод. Сброс нитратов и НСПАВ неуклонно рос с 1995 по 2007 г., после чего снизился в 2-3 раза. В итоге, в 2022 г. масса сброса нитратов превышала уровень 1995 г. в 10 раз, а НСПАВ – в 16 раз.

На два вида экономической деятельности («Обеспечение электрической энергией, газом и паром» и «Забор, очистка и распределение воды») приходится более 98% суммарного сброса основных ЗВ.

Анализ динамики качества поверхностных вод в бассейне р. Сакмара выполнен по данным гидрохимической сети Росгидромета. Классификация степени загрязненности воды рассматривается как условное разделение всего диапазона состава и свойств природной воды в условиях антропогенного воздействия на различные интервалы с постепенным переходом от «условно чистой» до «экстремально грязной» по величинам комбинаторного индекса загрязненности воды с учетом ряда дополнительных факторов [6]. Комплексная оценка качества воды по стволу р. Сакмара приведена на *рисунке 5*.

В створе д. Юмагузино (находящемся на 30 км выше г. Кувандык на входе в Оренбургскую область с территории Башкортостана) качество воды реки Сакмары перешло из разряда 3а (загрязненная) в класс 2 (слабо загрязненная). Величины показателей УКИЗВ за период 2005–2020 гг. в створах с. Татарская Каргала и устья р. Сакмары (г. Оренбург) изменились незначительно, но все же имеют слабый положительный тренд.

На притоках р. Сакмары также отмечается улучшение качества воды (*рисунок 6*).

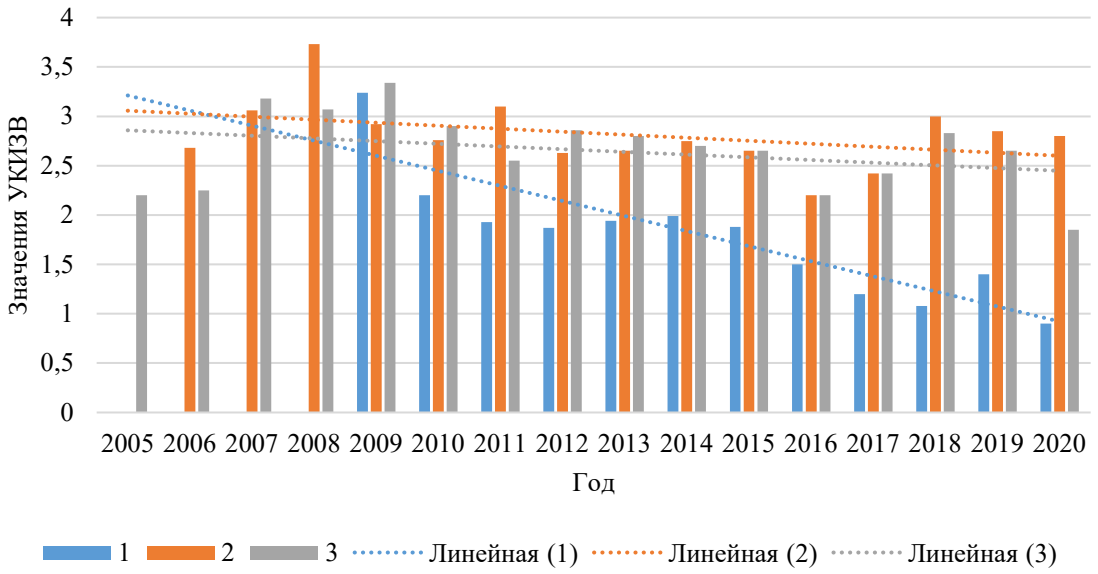


Рисунок 5. Значения УКИЗВ в створах р. Сакмары в Оренбургской области: 1 – 1 км выше д. Юмагузино; 2 – 1 км выше с. Татарская Каргала; 3 – устье, г. Оренбург.

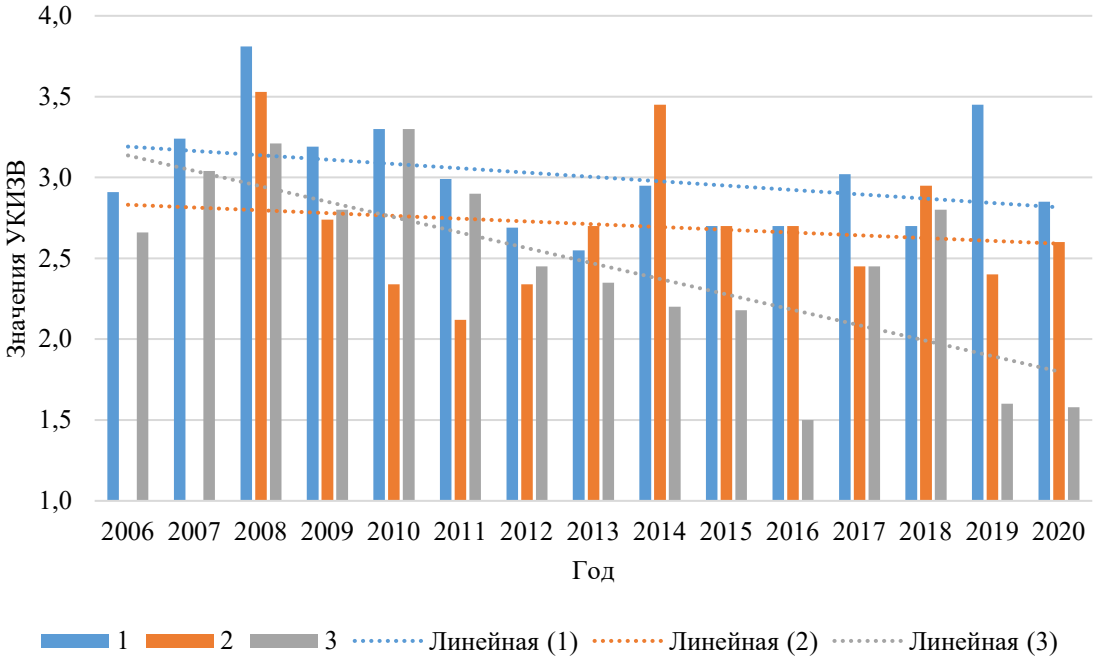


Рисунок 6. Значения УКИЗВ на притоках р. Сакмары: 1 – р. Салмыш у с. Буланово; 2 – р. Большой Юшатырь у с. Октябрьское; 3 – р. Большой Ик у с. Спасское.

В р. Большой Ик качество воды перешло из разряда 3а (загрязненная) в класс 2 (слабо загрязненная). Величины показателей УКИЗВ за период 2006-2020 гг. в реках Салмыш и Большой Юшатырь изменились незначительно, но все же имеют слабый положительный тренд.

Выводы. С 1995 г. по 2022 г. забор воды в бассейне для удовлетворения нужд населения и хозяйства сократился в 2,8 раза. Забор воды из поверхностных источников сократился в значительно большей степени, чем из подземных источников.

Среднесуточное удельное водопотребление на 1 жителя снизилось за последние 20 лет в бассейне р. Сакмары в 2,5 раза. Оно произошло во всех муниципальных образованиях.

Развитие оборотного и повторно-последовательного водоснабжения значительно влияет на снижение забора свежей воды на производственные нужды Коэффициент водооборота в бассейне вырос за исследуемый период с 91,1 до 95,9%.

Масса сброса большинства загрязняющих веществ, содержащихся в составе сточных вод, снизилась в 2-10 раз, но по двум веществам отмечается заметный рост сброса.

В верховьях р. Сакмары и ее притоке р. Большой Ик качество воды значительно улучшилось. Величины показателей УКИЗВ в створе с. Большая Каргала и устье Сакмары, а также в реках Салмыш и Большой Юшатырь изменились незначительно, но все же имеют слабый положительный тренд.

Работа выполнена в рамках темы № FMWZ-2022-0001 государственного задания ИВП РАН.

Список литературы

1. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Урал (российская часть) [Электронный ресурс]. URL: http://www.nvbvu.ru/info/category/7594 (дата обращения: 31.01.2024).

2. Чибилёв А.А., Падалко Ю.А. Современная антропогенная нагрузка в бассейне реки Сакмары и проблемы ее ограничения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 5. С. 304-307.

3. Рафикова Ю.С., Семенова И.Н., Биктимерова Г.Я. Содержание тяжелых металлов в питьевой воде юго-восточных районов Республики Башкортостан // Естественные и технические науки. 2016. № 1 (91). С. 20-23.

4. Данные наблюдений за объемом вод при водопотреблении и водоотведении на всех водных объектах (по форме 2-ТП (водхоз)) // Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов. [Электронный ресурс]. URL: https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=513 (дата обращения: 31.01.2024).

5. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям. [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat/gov.ru. (дата обращения: 31.01.2024).

6. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. 2010. Ростов-на-Дону: Изд-во Гидрохим. ин-та, 2011. 572 с.; Ежегодник. 2011. Ростов-на-Дону: Изд-во Гидрохим. ин-та, 2012. 553 с.; 2013. 555 с.; 2014. 568 с.; 2015. 530 с.; 2016. 552 с.; 2017. 556 с.; 2018. 555 с.; 2019. 561 с.; 2020. 578 с.; 2021. 618 с.

7. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области. [Электронный ресурс]. URL: https://mpr.orb.ru/activity/624 (дата обращения: 31.01.2024).

8. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан. [Электронный ресурс]. URL: https://ecology.bashkortostan.ru/presscenter/lectures (дата обращения: 31.01.2024).

9. Дёмин А.П. Трансформация водопотребления и водоотведения в российской части бассейна трансграничной реки Урал // Юг России: экология, развитие. 2023. Т. 18. № 1. С. 82-93. DOI: 10.18470/1992-1098-2023-1-82-93.

УДК 58.009
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-372-378

ФЛОРА СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ БОЛОТ И ЗАБОЛОЧЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ХРЕНОВСКОГО БОРА

FLORA OF VASCULAR PLANTS OF SWAMPS AND WETLANDS OF THE KHRENOVSKY PINE FOREST

Демченко Н.Ю.
Demchenko N.Yu.

МБОУ Бобровская средняя общеобразовательная школа № 1, Бобров, Россия
Bobrovskaya Secondary General Education School N 1, Bobrov, Russia

E-mail: woldB@yandex.ru

Аннотация. Болотные экосистемы Хреновского бора занимают незначительные площади, но представляют важный ландшафтный компонент, так как служат рефугиумом для бореальных элементов флоры бора, произрастающих на южных границах своего распространения. Сведения о них малочисленны и разрозненны. На болотах и заболоченных территориях Хреновского бора был выявлен 161 вид сосудистых растений, входящих в состав 53 семейств. Из них 59 видов облигатно или преимущественно связаны с болотами и составляют флороценотический комплекс болот (ФКЦ). Проведен таксономический, географический и эколого-ценотический анализ исследуемой флоры. Среди выделенных таксонов – 10 являются охраняемыми на региональном уровне, что отражает роль болот Хреновского бора в сохранении флористического разнообразия Воронежской области. Были выделены антропотолерантные группы, среди которых наиболее многочисленной является группа индигенофитов (65,8%). Адвентивный компонент представлен 4-я видами. Для оценки стабильности флоры болотных и заболоченных биотопов вычислены индексы синантропизации (С), андвентизации (I ad) и апофитизации (An), которые показали, что, не смотря на значительную синантропизацию, флора болот и заболоченных территорий Хреновского бора остается устойчивой к антропогенному воздействию.

Ключевые слова: Болота, флора, флороценотический комплекс болот, Хреновской бор, синантропизация.

Abstract. The swamp ecosystems of the Khrenovsky pine forest occupy small areas, but it is an important landscape component as a refuge for boreal elements of the flora of the forest growing on the southern borders of their distribution. Information about them is few and scattered. 161 species of vascular plants from 53 families were identified in the swamps and wetlands of the Khrenovsky pine forest. Of these, 59 species are obligately or predominantly associated with swamps and constitute the florocenotic complex of swamps (FCC). A taxonomic, geographical and ecological-cenotic analysis of the marsh flora was carried out. In the composition of the studied flora, 10 species are protected at the regional level, which reflects the role of the swamps of the Khrenovsky pine forest in preserving the floristic diversity of the Voronezh region. Anthropotolerant groups were identified, among which the most numerous is the group of indigenophytes (65.8%). The adventitious component is represented by 4 species. To assess the stability of the flora of swamp biotopes, indices of synanthropization (C), andventization (I ad) and apophitization (An) were calculated, which showed that despite significant synanthropization, the flora of swamps and wetlands of Khrenovsky pine forest remains resistant to anthropogenic impact.

Key words: Swamps, flora, florocenotic complex of swamps, Khrenovsky pine forest, synanthropization.

Введение. Хреновской бор – один из крупных островных лесных массивов лесостепной зоны Восточной Европы. Он расположен на левом берегу реки Битюг в Бобровском районе Воронежской области и характеризуется наличием широкой грядово-озерно-болотной полосы с многочисленными котловинами, занятыми озерами и болотами [1]. Последние в основном представлены низинными травяными болотами и малым количеством сфагновых болот, т.к. они являются редкими в лесостепи.

Болотные экосистемы бора незначительны по площади и на сегодняшний день претерпели сильнейшую деградацию, связанную с резкими колебаниями грунтовых вод, а также вырубкой леса вблизи болотных массивов. Несмотря на это, они представляют собой важный ландшафтный компонент и служат рефугиумом для многих бореальных элементов флоры, произрастающих в Хреновском бору на южной границе своего распространения [2].

Сведения о болотах малочисленны и разрозненны, не смотря на длительность изучения бора. Первые флористические исследования различных сообществ, в том числе и болотных,

были начаты в 1893 г. Г.И. Танфильевым [2]. Однако целенаправленные исследования флоры сосудистых растений болотных экосистем Хреновского бора до сих пор отсутствуют.

Целью данного исследования является обобщение сведений о флоре болот и заболоченных биотопов Хреновского бора, а также ее комплексный анализ.

Материал и методы исследования. Материалом для настоящей работы послужили сборы автора в 2018-2021 гг., выполненные маршрутным методом, и литературные данные [2-5 и др.].

При изучении флоры болот Хреновского бора оценивалось видовое разнообразие с учетом видов, произрастающих в том числе и на заболоченных территориях. Такое широкое толкование флоры обусловлено низкой заболоченностью изучаемой территории и ценностью всех максимально приближенных к болотам биотопов, которые часто являются местами произрастания редких видов болотных растений [6].

При камеральной обработке полученного материала был составлен максимально полный список флоры. Выявленные виды определялись по определителю П.Ф. Маевского «Флора средней полосы европейской части СССР» [7].

Ядро болотной флоры выделено с использованием адаптированной шкалы Ж. Браун-Бланке [8]. Верность для каждого вида определена с учетом особенностей распространения на болотах Воронежской области.

Для оценки стабильности флоры использовались следующие индексы [9-11]:

1) Индекс синантропизации С – отношение синантропных видов к общему числу видов флоры. Индекс является наиболее простым и информативным показателем степени нарушенности естественной флоры в результате антропогенного воздействия:

$$C=(Na+Ap)/N;$$

2) Индексы апофитизации An – отношение апофитов к общему числу синантропных видов:

$$An=Ap/(Na+Ap);$$

3) Индекс адвентизации I ad – отношение числа адвентивных видов к общему числу видов флоры:

$$I\ ad=Na/\ N,$$

где Ap – количество видов апофитов; Na – число адвентивных видов; N – общее число видов флоры.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований на болотах и заболоченных территориях Хреновского бора был зарегистрирован 161 вид сосудистых растений из 105 родов, входящих в состав 53 семейств из 4 отделов: Плауновидные, Хвощевидные, Папоротники и Покрытосеменные. Однако, за счет случайных видов объем флоры может быть больше.

Выявленная флора составляет 7,4% флоры Воронежской области, которая насчитывает 2187 видов сосудистых растений [12] и около 19,0% от всей флоры (850 видов) Хреновского бора [13]. Таксономический состав представлен в *таблице 1*.

Таблица 1

Таксономический состав и основные параметры флоры болот и заболоченных территорий Хреновского бора

Таксон	Количество					% от общего числа		
	Вид	Род	Семейство	КК	ИВ	Вид	Род	Семейство
Плауновидные	3	2	1	3	-	1,9	1,9	1,9
Хвощевидные	2	1	1	-	-	1,2	1,0	1,9
Папоротники	4	4	4	1	-	2,5	3,8	7,5
Покрытосеменные:	152	98	47	6	-	94,4	93,3	88,7
- однодольные	56	31	12	2	-	34,8	29,5	22,6
- двудольные	96	67	35	4	4	59,6	63,8	66,1
Всего	161	105	53	10	4	100	100	100

Примечание: КК – растения Красной книги Воронежской области [3], ИВ – инвазивные виды [14].

Основная роль во флоре принадлежит *Magnoliophyta*, включающим 152 вида (чуть более 94,0% от выявленной флоры), из которых на класс Liliopsida приходится около 40,0%. Такой

достаточно высокий процент однодольных сближает исследуемую болотную флору с тундровой [15]. Сосудистые споровые составляют 9 видов (5,6%) *(таблица 1)*.

В систематическом спектре исследуемой флоры доминируют семейства Cyperaceae (22 вида – 13,7%) и Poaceae (13 видов – около 8,0%). Последующие семейства находятся от них в значительном отрыве по количеству видов. Представлены такие семейства, как Polygonaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Apiaceae, Lamiaceae, Asteraceae *(рисунок 1)*. Достаточно низкое положение в спектре Asteraceae, возможно, связано с тем, что виды данного семейства наиболее многочисленны в малоувлажненных местах обитания.

Ведущие семейства включают 87 видов, что соответствует 54,0% от исследуемой флоры и свидетельствует об их относительно невысокой видовой насыщенности, что сближает ее с бореальной флорой [15].

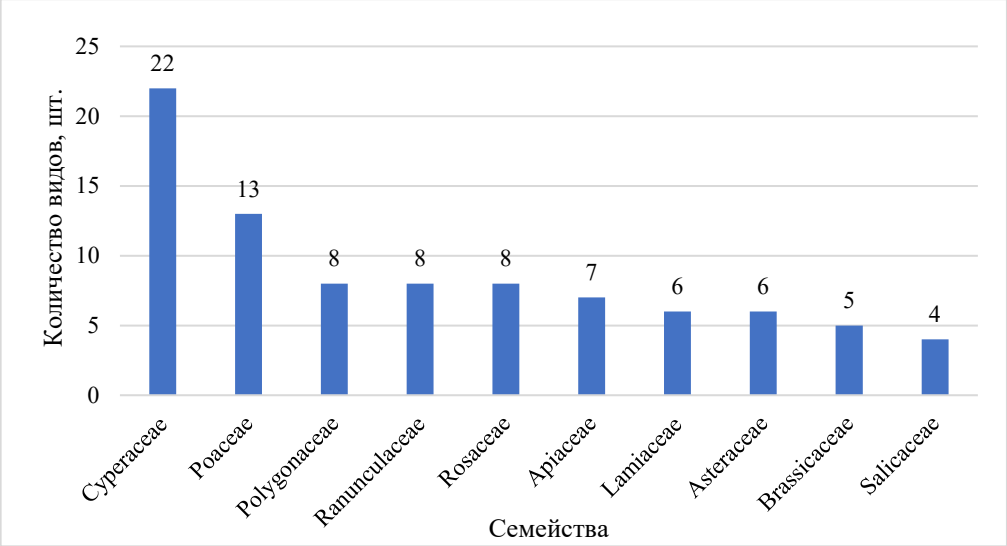


Рисунок 1. Ведущие семейства флоры болот и заболоченных территорий Хреновского бора.

Бореальный характер флоры болот и заболоченных территорий Хреновского бора особенно проявляется в отношении флороценотического комплекса (ФЦК) [16], включающего виды, которые облигатно или преимущественно связаны с болотами. Согласно шкале Браун-Бланке по степени связи («верности болоту») виды подразделяются на пять групп: I – случайный вид, II – индифферентный, III – встречающийся в разных экотопах, но оптимально развивающийся на болотах, IV – предпочитающий болото, но иногда встречающийся и в других местообитаниях, V – встречающийся почти исключительно на болотах.

Распределение видов флоры болот бора по пятибалльной шкале верности в настоящем исследовании имеет следующий вид:

I – 36 видов (22,4%);
II – 66 видов (41,0%);
III – 47 видов (29,2%);
IV – 11 видов (6,8%);
V – 1 вид (0,6%).

К ФКЦ болот и заболоченных территорий отнесены группы III – V – всего 59 видов (36,6% от выявленной флоры), которые составляют «ядро» болотной флоры. Такой относительно невысокий показатель, возможно, связан с тем, что большинство исследованных болот являются травяными и их флора считается наименее «болотной».

ФЦК дает более четкое представление о природе болот, нежели болотная флора в целом, где существенна доля случайных видов.

Спектр ведущих семейств ФЦК отличается от спектра семейств общей болотной флоры: 1) Cyperaceae – 17 видов (28,8%); 2). Poaceae – 6 видов (10,2%); 3). Lamiaceae – 4 вида (6,8%); 4). Salicaceae – 3 вида (5,1%) 5-10). Betulaceae, Apiaceae, Boraginaceae, Lentibulariaceae, Polygonaceae и Rosaceae – по 2 вида (по 3,4%). Еще 17 семейств содержат по одному виду. Среди цветковых ФЦК болот на однодольные приходится уже 46,0% от выявленных видов.

Наиболее богат видами род *Carex*, насчитывающий 16 видов (около 10,0% от общего числа видов), из которых 12 входят в ФЦК болот (около 20,0%). Второе место занимает *Ranunculus* – 5 видов, из которых к ФЦК относится 1 вид. Третье место занимают род *Salix* – 4 вида (3 образуют ФЦК), *Galium* – 4 вида (1 образует ФКЦ) и *Persicaria* – 4 вида (в ФЦК не входят).

В эколого-ценотической структуре флоры болот Хреновского бора доминируют группа опушечно-лугово-болотных растений – 18 видов (11,2% от флоры болот бора), прибрежно-болотных – 15 видов (9,3%) прибрежно-лугово-болотных – 14 (8,7%) и водных – 13 (8,0%). Значительна доля сорных видов. Участие в структуре флоры непосредственно болотных видов составляет немногим более 3,0% *(рисунок 2)*.

Прочие эколого-ценотические группы представлены единичными видами. Это такие группы, как луговая, лугово-степная, болотно-опушечная, лугово-лесная, лугово-болотная-лесная, прибрежно-лесная и др.

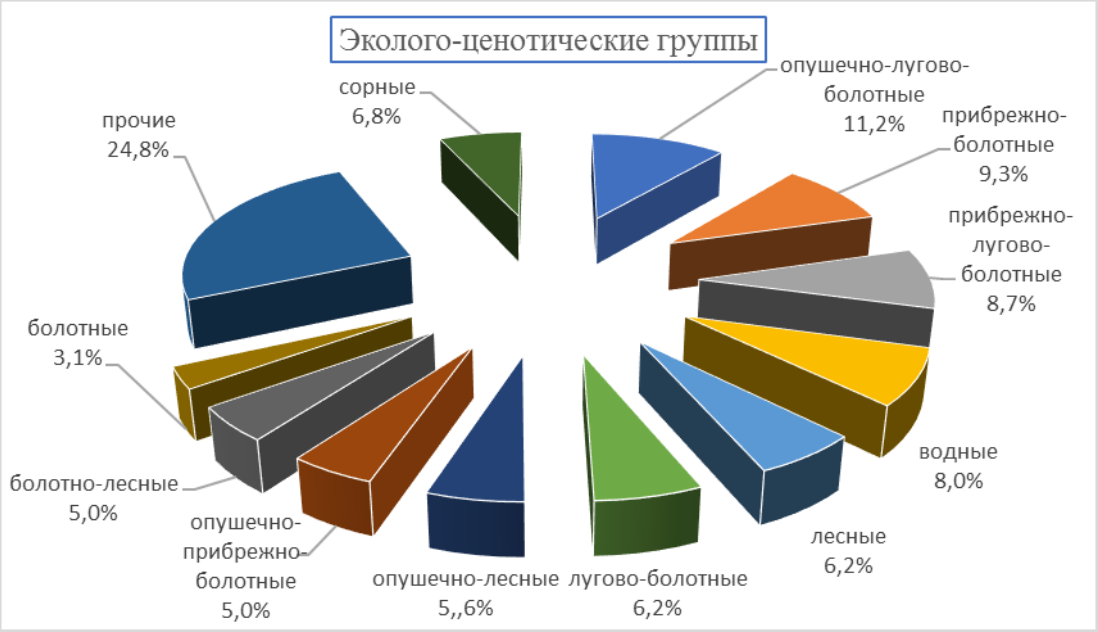


Рисунок 2. Эколого-ценотическая структура флоры болот и заболоченных территорий Хреновского бора.

Существенна роль лесных видов, заметное тяготение которых к болотным местообитаниям связано с тем, что Хреновской бор представляет собой островной лесной массив, где проходит южная граница распространения сосны обыкновенной [1]. На болотах имитируются экологические условия более северной географической зоны, в которых лесные виды имеют более высокую конкурентоспособность [17].

Результаты проведенного географического анализа показали, что во флоре болот Хреновского бора преобладают виды с голарктическим типом ареала (51 вид или 32,0%). Виды, ареалы которых располагаются как в европейской, так и в азиатской части Евразии, но отсутствуют на североамериканском континенте также многочисленны – 54,6% (88 видов), особенно евразиатские (16,0%), евро-западноазиатские (14,3%) и евро-сибирские (10,0%). На долю европейских видов приходится около 4,0% (6 видов). Следует также отметить наличие видов североамериканского происхождения, доля которых составляет около 2,0% (3 вида). В ФКЦ болот последние отсутствуют.

При рассмотрении широтного распространения видов проявляются интразональные черты болот. Плюризональные виды, произрастающие в нескольких природных зонах, составляют 62,0%. Большинство из них к болотам индифферентны. Значительная часть оставшихся видов является лесными (53 вида или 33,0%), относящиеся к бореальным, бореально-неморальным и неморальным широтным группам, среди которых бореальная является наиболее многочисленной (29 видов или 18,0%). С лесостепной зоной связано 6 видов, с гипоаркто-бореальной – 1.

Таким образом, в спектрах геоэлементов и типов ареалов флоры болот Хреновского бора высокой является доля бореальных и голарктических видов, что характерно болотным флорам таежной зоны [18].

В ходе исследований выявлено 10 видов, занесенных в Красную книгу Воронежской области [3]: плаун годичный (*Lycopodium annotinum L.*), плаун булавовидный (*L. clavatum* L.), дифазиаструм сплюснутый (*L. complanatum* L.), страусник обыкновенный (*Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod.), осока волосистоплодная (*Carex lasiocarpa* Ehrh.), пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.), росянка круглолистная (*Drosera rotundifolia* L.), турча болотная (*Hottonia palustris* L.), зимолюбка зонтичная (*Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C. Barton), грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.)

Так же интерес представляет вид повойничек мокричный (*Elatine alsinastrum* L.), обнаруженный на одном из обследованных болот в урочище «Зеленый луг». Он включен Международным союзом охраны природы (МСОП) в Красный список угрожаемых видов, как вид, близкий к уязвимому положению (Near Threatened (NT)) [19]. Это европейско-западно-азиатский вид, который на территории России встречается в европейской части, Предкавказье и в Западной Сибири. На территории Воронежской области его места нахождения ограничены [13].

В настоящее время сложно найти природные объекты, которые не подвержены антропогенному воздействию. Результатом такого воздействия является антропогенная трансформация, или синантропизация растительного покрова в целом [20, 21].

Одним из показателей устойчивости растений к антропогенным воздействиям является антропотолерантность, т.е. их способность выдерживать антропогенную нагрузку и сохранять свои позиции в нарушенных экосистемах. Соотношение антропотолерантных групп исследуемой флоры отражает степень ее антропогенной трансформации [22].

Во флоре заболоченных территорий Хреновского бора преобладают индигенофиты – 106 видов или 65,8% от числа всех видов исследуемой флоры *(таблица 2)*.

Таблица 2

Антропотолерантные группы болотной флоры Хреновского бора

Группа элементов флоры	Количество видов	
	Кол-во	%
1. Индигенофиты	106 видов	65,8
2. Синантропофиты:	55	34,2
1) апофиты	51	31,7
– случайный апофит	35 видов	21,7
– гемиапофит	15 видов	9,3
– эвапофит	1 вид	0,7
2) адвенты	4	2,5
Всего:	161	100

Синантропофиты представлены 55 видами (31,7% от числа выявленных видов). Синантропный компонент состоит из двух флорогенетических элементов – аборигенного апофитного и адвентивного.

В составе исследуемой флоры апофиты представлены 51 видом (31,7%). Таким образом, отмечается ведущая роль индигенофитов, количество которых превышает число апофитов в 2 раза.

Среди апофитов [22, 23] выделяются:

– эвапофиты (облигатные апофиты) – 1 вид, *Urtica dioica* L. (0,7% от числа всех видов; около 2,0% от числа всех апофитов);

– гемиапофиты (факультативные апофиты) – 15 видов (9,3% от числа всех видов; 30,0% от числа апофитов): *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. s. str., *Typha latifolia* L., *Barbarea stricta* Andrz., *Stachys palustris* L. s. l., *Myosoton aquaticum* (L.) Moench, *Bidens tripartita* L., *Lemna minor* L., *L. trisulca* L. и др.

– неустойчивые (случайные апофиты) – 35 видов (21,7% и 68,6% соответственно). Это такие виды, как *Alopecurus geniculatus* L., *Solanum dulcamara* L., *Rumex hydrolapathum* Huds., *R. maritimus* L., *Equisetum fluviatile L., Alisma plantago-aquatica* L., *Carex vesicaria* L., *Veronica longifolia* L. и др. виды с низкой активностью расселения на антропогенно нарушенных местообитаниях.

Адвентивный компонент малочислен. Вероятно, это с вязано с тем, что болота относятся к наименее инвазибельным местообитаниям [24].

Он представлен 4-мя видами: *Acer negundo* L. (кенофит, эргазиофигофит/ксенофит, агриофит), *Bidens frondosa* L. (кенофит, ксенофит, эпекофит), *Conyza canadensis* (L.) Cronquist (кенофит, ксенофит, эпеко-агриофит), *Atriplex. prostrata* Boucher ex DC. (археофит, ксенофит, эпекофит).

Индекс синантропизации болотной флоры Хреновского бора составил 0,34 (или 34,0%). Это говорит о том, что синантропные виды составляют в ней значительную часть (практически каждый третий вид). По классификации П.Л. Горчаковского это соответствует II уровню синантропизации (среднему) [10].

Индекс апофитизации оценивает вклад аборигенных видов в синантропную флору. Он равен 0,93 (или 93,0%). Такое высокое значение данного индекса говорит о том, что основу синантропного компонента составляют виды местной флоры, что свидетельствует об ее устойчивости к антропогенному воздействию, т. к. на исследуемых территориях бора сохраняются участки с коренными типами растительности. Это подтверждается расчетом индекса андвентизации – 0,025 (или 2,5%).

Заключение. В результате проведенных исследований выявлено, что флора сосудистых растений болот и заболоченных территорий Хреновского бора в видовом отношении достаточно многочисленна (161 вид) и включает в том числе 10 охраняемых на региональном уровне видов. Вместе с тем большинство видов встречается на болотах случайно или являются индифферентными к болотным биотопам. ФКЦ образуют 59 видов, почти половина из которых относится к однодольным растениям.

Эколого-ценотическая структура характеризуется разнообразием эколого-ценотических групп. Помимо доминирования опушечно-лугово-болотной, прибрежно-болотной, прибрежно-лугово-болотный и водной групп, она отличается значительной долей лесных видов и малым количеством собственно болотных видов. Также существенна роль сорной эколого-ценотической группы в следствие антропогенной нагрузки на болотные экосистемы бора.

В спектрах геоэлементов и типов ареалов флоры болот Хреновского бора высока доля бореальных и голарктических видов.

Список литературы

1. Кин Н.О. Таксономическая структура флоры Хреновского бора (Воронежская область) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 5(5). С. 1594-1596.

2. Кин Н.О., Стародубцева Е.А. Аннотированный список сосудистых растений Хреновского бора. // Труды Воронежского государственного заповедника. Вып. XXVI / науч. ред. Е.А. Стародубцева; ФГБУ «Воронежский государственный заповедник». Воронеж: ООО «БиомикАктив», 2012. С. 64-144.

3. Красная книга Воронежской области: в 2 т. Т. 1. Растения, Лишайники, Грибы. Воронеж: Изд-во «Центр духовного возрождения Черноземного края», 2018. 413 с.

4. Серегин А.П. Локальные флоры стоянок зональной практики МГУ: 3. Хреновской бор (Воронежская область); 4. и 5. Дополнения к флорам засек (Тульская область) и Полибино (Липецкая область) // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2015. № 2. Т. IX. С. 46-73.

5. Хлызова Н.Ю. Материалы к изучению террасных водоемов Усманского и Хреновского боров (II): флористические особенности // Труды Воронежского государственного заповедника. Вып. XXIV. Воронеж: ВГПУ, 2007. С. 289-300.

6. Волкова Е.М. Болота Среднерусской возвышенности: генезис, структурно-функциональные особенности и природоохранное значение: дисс. … д-ра биол. н.: 03.02.08 Волкова Елена Михайловна. Тува, 2018. 453 с.

7. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части СССР / Под общ. ред. чл.-кор. АН СССР Б.К. Шишкина. Ленинград: Колос, 1964. 9-е изд. 880 с.

8. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. 3 Aufl. Wien, 1964. 865 s.

9. Чичев А.В. Синантропная флора города Пущино // Экология малого города: Сб. науч. тр. Пущино: НЦБИ АН СССР, 1981. С. 18-43.

10. Горчаковский П.Л. Антропогенная трансформация и восстановление продуктивности луговых фитоценозов. Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 1999. 156 с.

11. Шадрин В.А. Антропогенная трансформация флоры и критерии ее оценки // Четвертая Российская университетско-академическая науч.-практ. конф. Ижевск: Удмуртский государственный университет, 1999. С. 19-20.

12. Григорьевская А.Я., Прохорова О.В. Сосудистые растения Воронежской области: учебно-справочное пособие. Воронеж: ВГУ, 2006. 145 с.

13. Kin N.O., Demchenko N.Yu., Ryabtsov S.N. Rare plants of the Voronezh region in ecosystems of Khrenovsky pine forest // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 9. 2021. P. 012048. DOI 10.1088/1755-1315/817/1/012048.

14. Григорьевская А.Я., Лепешкина Л.А., Владимиров Д.Р., Сергеев Д.Ю. К созданию Черной книги Воронежской области // Российский журнал биологических инвазий. 2013. № 1. С. 8-26.

15. Толмачев А.И. Введение в географию растений. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. 244 с.

16. Юрцев Б.А., Петровский В.В. Об индикационном значении флористических комплексов на Северо-Востоке СССР // Теоретические вопросы фитоиндикации. Л.: Наука, 1971. С. 15-31.

17. Бакин О.В. Флора сосудистых растений болот Татарстана // Ученые записки Казанского государственного университета. 2009. Т. 151. Кн. 2. С. 197-211.

18. Лапшина Е.Д. Болота Юго-Востока Западной Сибири: Ботаническое разнообразие, история развития и динамика накопления углерода в голоцене: дисс. … д-ра биол. н.: 03.00.05: Лапшина Елена Дмитриевна. Томск, 2004. 512 с.

19. *Elatine alsinastrum* L. // ООПТ России. Текст: электронный. URL: http://www.oopt.aari.ru/bio/34906 (дата обращения: 05.01.2024).

20. Березуцкий М.А. Антропогенная трансформация флоры // Ботанический журнал. 1999. Т. 84, № 6. С. 8-19.

21. Григорьевская А.Я., Стародубцева Е.А., Хлызова Н.Ю., Агафонов В.А., Тишков А.А. Адвентивная флора Воронежской области: исторический, биогеографический, экологический аспекты: Монография. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. 320 с.

22. Григорьевская А.Я., Лепешкина Л.А., Зелепукин Д С. Флора Воронежского городского округа город Воронеж: биогеографический, ландшафтно-экологический, исторический аспекты // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2011. Т. 21. № 1. С. 5-158.

23. Протопопова В.В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. Киев: Наукова думка, 1991. 204 с.

24. Виноградова Ю.К., Решетникова Н.М. Инвазибельность местообитаний, в которые внедряются чужеродные растения // Флористические исследования в Средней России: 2010-2015: материалы VIII науч. совещ. по флоре Средней России (Москва, 20-21 мая 2016 г.). М.: Галлея-Принт, 2016. С. 25-27.

УДК 631.474:631.95
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-379-383

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ АГРОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

CHANGES IN THE PROPERTIES OF LEACHED CHERNOZEM OF THE NOVOSIBIRSK PRIOB REGION UNDER LONG-TERM AGROGENIC IMPACT

Добрянская С.Л.
Dobryanskaya S.L.

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russian Federation

E-mail: slb85@bk.ru

Аннотация. Статья посвящена комплексному изучению трансформации свойств чернозёма выщелоченного Новосибирского Приобья при длительном сельскохозяйственном использовании. Основное внимание в работе автор акцентирует на изучение гумусового состояния, агрофизических свойств в условиях длительного использования чернозёма в пашне. Отмечено, что в условиях агроландшафта происходит дегумифмкация почв, сокращение мощности гумусовых горизонтов, разрушение структуры. Показано, что трансформация основных элементов плодородия чернозёма зависит не только от длительности, но и типа использования. Более существенные изменения деградационного характера отмечены в условиях орошения.

Ключевые слова: чернозём выщелоченный, гумус, целина, агрочернозём, орошение.

Abstract. The article is devoted to a comprehensive study of changes in the properties of leached chernozem in the Novosibirsk Ob region during long-term agricultural use. The author focuses the main attention in the work on the study of the humus state and agrophysical properties under conditions of long-term use of chernozem in arable land. It is noted that in the conditions of the agricultural landscape, soil dehumification occurs, the thickness of humus horizons decreases, and the structure is destroyed. It has been shown that the transformation of the main elements of chernozem fertility depends not only on the duration, but also on the type of use. More significant changes of a degradation nature were noted under irrigation conditions.

Key words: leached chernozem, humus, virgin soil, agro chernozem, irrigation.

Введение. В лесостепной и степной зонах Западной Сибири наиболее пригодными почвами для возделывания основных сельскохозяйственных культур являются чернозёмные почвы. Преобладающая часть пашни используется как лучший почвенно-экологический фон для возделывания яровой пшеницы, а также кормовых культур – многолетних и однолетних трав, зернобобовых [1]. В условиях масштабной агрогенной нагрузки активно протекают процессы трансформации основных свойств и режимов почв, что часто проявляется в утрате ими экологических функций. К основным факторам, лимитирующим потенциальное плодородие чернозёмов, можно отнести: сезонный дефицит влаги, недостаток доступных форм питательных элементов, агрогенное переуплотнение, дегумификацию, аллелопатическое почвоутомление [2]. Для обоснования эффективных путей и приемов регулирования свойств и режимов агрочернозёма важно оценить влияние агрогенного воздействия на элементы его плодородия.

Цель исследований – выявить изменения основных свойств чернозёма выщелоченного при длительном сельскохозяйственном использовании.

Материалы и методы. Объектом исследования выбрана одна из наиболее распространенных и ценных в хозяйственном отношении почв лесостепи Западной Сибири – чернозём выщелоченный среднемощный среднегумусный иловато-крупнопылеватый на лессовидном суглинке [3], что соответствует агрочернозёму глинисто-иллювиальному темноязыковатому [4] или Luvic Chernozem [5].

Территория района исследований расположена в лесостепной зоне серых лесных почв, оподзоленных, выщелоченных и обыкновенных чернозёмов Западно-Сибирской провинции. Возвышенное положение территории способствовало ее дренированию. Характерный элемент ландшафта Приобской лесостепи представляют лесолуговые комплексы логов, балок, долины рек. Почвообразующими подстилающими породами на Приобском плато являются суглинки, отличающиеся наиболее типичным лессовидным обликом. По гранулометрическому составу это преимущественно средние, реже тяжёлые суглинки с преобладанием крупнопылеватой фракции

(до 40%). Однородная мощная толща (20-30 м и более) пород Приобья не засолена легкорастворимыми солями, богата полевыми шпатами, гидрослюдами, кварцем, что обуславливает их низкую макроструктуренность, малую водостойкость и водопрочность [6].

Для оценки изменения свойств чернозёма выщелоченного за 45-летний период использования, были заложены почвенные разрезы, из которых отобраны образцы почвы на следующих вариантах:

1. Пашня – полевые севообороты с преобладанием зерновых, пропашных, кормовых культур.

2. Пашня – овощной севооборот. На исследуемом участке возделывался широкий ассортимент овощных культур: капуста, лук, морковь, столовая свёкла. Орошение проводилось дождеванием речной водой, в зависимости от погодных условий и возделываемой культуры за вегетационный период проводили 3-4 полива по 300-400 $м^3$/га.

3. Целина – травостой представлен разнотравно-злаковой ассоциацией.

Все сравниваемые объекты находятся на незначительном удалении друг от друга и сформированы в идентичных условиях почвообразования.

Для выполнения поставленной цели использовали сравнительно-аналитический подход. Все использованные в работе методы хорошо зарекомендовали себя при аналогичных исследованиях, позволяют получить достоверный объем информации для решения поставленных задач [7-9].

Результаты исследований и их обсуждение. Гранулометрический состав относится к числу фундаментальных свойств почвы, оказывает заметное влияние на почвообразование и сельскохозяйственное использование почв. От него зависит интенсивность протекания многих почвообразовательных процессов, связанных с превращением, миграцией и аккумуляцией органических и минеральных соединений в профиле почвы.

По содержанию фракций механических элементов изучаемых чернозёмов было выявлено, что в большинстве случаев, согласно классификации Н.А. Качинского, они являются суглинками средними иловато-крупнопылеватыми. [10]. Однородность гранулометрического состава чернозёмов по всему профилю соответствует однородности валового состава. Несмотря на то, что гранулометрический состав представляет собой достаточно устойчивую систему, длительное сельскохозяйственное использование черноземов привело к некоторому перераспределению фракций по почвенному профилю.

В гранулометрическом составе фракций изучаемых чернозёмов, формирующихся на достаточно мощной толще лёссовидных суглинков, явно доминирует крупная пыль, или так называемая лёссовая фракция при полном отсутствии фракций крупного и среднего песка. Заметное влияние на однородность гранулометрического состава пахотного слоя оказывает перемешивание его при отвальной обработке. Суммарно на долю фракций крупной пыли приходится более 40 %. Распределение механических фракций по профилю равномерное.

Результаты гранулометрического анализа показали сокращение с 15,2 до 8,40% в верхнем гумусовом горизонте неорошаемых черноземов фракции мелкой пыли, несколько увеличилось содержание данной фракции в нижележащем горизонте. Особое внимание необходимо обратить на распределение илистой фракции, так как именно она легче всего подвергается разрушению. Илистая фракция (меньше 0,001мм) состоит преимущественно из высокодисперсных вторичных минералов и имеет большое значение в создании почвенного плодородия. Ей принадлежит главная роль в физико-химических процессах, протекающих в почве. Она обладает высокой поглотительной способностью, содержит довольно много гумуса, элементов зольного и азотного питания растений. Особо важная роль в структурообразовании и формировании почвенного поглощающего комплекса принадлежит коллоидной части этой фракции [10]. Содержание фракции ила (до 30%) сглаживает отрицательные свойства пылеватой фракции данной почвы. Благоприятные физико-механические свойства чернозёмов, обогащенных илистой фракцией, в значительной мере определяются ее способностью к коагуляции и склеиванию механических элементов в агрегаты [11].

В неорошаемом черноземе содержание фракции мелкой пыли и ила в верхнем слое уменьшилось на 7%, а с глубиной произошло их некоторое увеличение. Отмечено незначительное увеличение ила в нижней части профиля, что связано с засыпанием тонких фракций по трещинами и перемещением их с талыми и дождевыми водами. В орошаемом черноземе в верхнем горизонте потери илистой фракции более существенны, составили 12%, что связано с выносом более тонких частиц ирригационной эрозией, когда формируется

незначительный сток и выносятся преимущественно мелкие частицы, тогда как в процессе более интенсивного смыва талыми и ливневыми водами сносится вся почвенная масса, а не только мелкозем [12, 13]. В целинном аналоге колебание илистой фракции на различной глубине всего профиля очень низкое и не выходит за пределы 5%, что свидетельствует об отсутствии процессов разрушения минеральной части.

В целом высокое содержание илистой фракции в рассматриваемых почвах обуславливает их высокую гигроскопичность, значительное содержание в них прочносвязанной, малоподвижной и недоступной растениям влаги, а также низкую водопроницаемость, но хорошую агрегатообразующую способность [12].

В последние годы широко распространилось мнение о катастрофической дегумификации чернозёмов при сельскохозяйственном их использовании, так как с каждым годом растет отчуждение питательных веществ из почвы, обусловливая непрерывную минерализацию гумуса и снижение его запасов [14-16].

Гумусовый профиль чернозёмов формируется при трансформации органического вещества растительных остатков. Длительное сельскохозяйственное использование почв при дефиците поступления в почву органического вещества с растительными остатками и органическими удобрениями, приводит к снижению содержания гумуса. Результаты исследований показали, что для целинного чернозема, сформированного под влиянием глубокого проникновения ежегодно отмирающих корней травянистых растений, разлагающихся непосредственно в почвенной толще характерно постепенное убывание содержания гумуса по профилю. Значительная доля пропашных культур в севообороте и недостаточное внесение органических удобрений привело к существенному изменению гумусового состояния старопахотных почв. Тенденция к уменьшению содержания и запасов гумуса в профиле изучаемого чернозёма выщелоченного четко прослеживается в полуметровой толще, т.е. в слое наиболее активного почвообразования. Под воздействием сельскохозяйственного производства повсеместно в почвах агроэкосистем трансформируется гумусное состояние, усиливаются процессы дегумификации.

Анализ проведенных исследований показал, что за 45-летний период содержание гумуса в пахотном слое неорошаемого чернозема уменьшилось с 8,9 до 7,3%, потери в пахотном слое составляют более 15%. Потери гумуса прослеживаются по всему гумусовому профилю. С увеличением глубины разница в содержании гумуса постепенно снижается. Интенсивная минерализация органического вещества далеко не единственная причина ухудшения гумусного состояния чернозема. Необходимо отметить негативное влияние на убыль гумуса поверхностного стока талых, ливневых и ирригационных вод, под влиянием которых происходит отчуждение твердой фазы почв, особенно ее илистой фракции, на долю которой приходится до 3/4 от общего количества гумуса, закрепленного твердой фазой почвы [11]. Содержание гумуса в чернозёме овощного севооборота в слое 0-20 см уменьшилось на 25%. Темпы снижения органического вещества отмечены по всему профилю. Известно, что запасы корней в агроценозах овощных культур невелики, и при уборке корне- и клубнеплодов происходит ежегодное отчуждение почвенного мелкозема. Интенсификация процессов минерализации при возросшем потреблении азота со стороны растительных организмов стимулирует тенденцию к обеднению их гумуса. Периодически вносимые органические удобрения 50 т/га интенсифицирует гумификацию, однако не на столько, чтобы существенно повысить степень гумусированности и компенсировать потери гумуса. Практически все запасы гумуса сосредоточены в верхнем 0-40 см слое почвы. Происходит существенное убывание его с глубиной от 3,8% на глубине 20-30 см до 1,3% в слое 40-50 см. В сравнении с целинным вариантом запасы гумуса сократились на 190 т/га. Систематическая обработка и возделывание сельскохозяйственных культур на подпахотный слой, как и на пахотный, оказало негативное, хотя и более слабое воздействие. Уменьшение запасов гумуса в полуметровой толще старопахотной почвы составило 45 т/га, в сравнении с целинным аналогом потери увеличились до 100 т/га. Орошение чернозёмов сопровождается расшатыванием системы их гумусовых веществ, приведением ее в иное, отвечающее новым условиям существования, состояние.

Наиболее корректные выводы о потерях гумуса можно сделать, сравнив пахотные варианты с его целинным аналогом. В целинных черноземах наибольшее скопление растительных остатков и максимальная интенсивность микробной деятельности совпадают и приурочены к самому верхнему слою минеральной толщи. Биологический круговорот органического вещества компенсирован, запас гумуса в полуметровой толще достигает 400 т/га.

В связи с уменьшением поступления свежего органического вещества в виде корнепожневных остатков образуется мало наиболее активных форм типа детрита. В полевых севооборотах основная часть биологической продукции отчуждается в качестве продовольствия, фуража. Основным источником образования гумуса являются корневые и пожнивные остатки сельскохозяйственных культур. Растительные остатки, поступающие в почву и эпизодически вносимые органические удобрения интенсифицирует гумификацию, однако не настолько, чтобы существенно повысить степень гумусированности чернозема. С увеличением периода использования пашни уменьшение запасов гумуса наблюдается во всем гумусовом профиле, постепенно темпы потерь снижаются. При сохранении отмеченных негативных тенденций прогнозируется дальнейшее снижение гумуса в агроценозах.

Уменьшение содержания гумуса в значительной мере повлияло на агрегатный состав чернозёмов. Наиболее значимые изменения структурного состояния отмечены в орошаемом варианте, где содержание глыбистой фракции в пахотном слое возрастает в 3 раза. В целинном чернозёме содержание агрономически ценных агрегатов 1-3 мм составляет 40%. Исходные комковато-зернистые агрегаты трансформируются в орошаемых чернозёмах в ореховатые отдельности. Коэффициент структурности пахотных почв в 3 раза меньше в сравнении с целинным аналогом, что свидетельствует о структурной деградации старопахотного, особенно орошаемого чернозёма. Как известно, при введении целинных чернозёмов и интенсификации систем землепользования отмечается увеличение глыбистости в верхней части гумусово-аккумулятивного горизонта и снижении количества агрономически ценных агрегатов. Процесс агрогенной деградации структуры может распространяться на глубину более 0,5 м и усиливается в условиях проведения агромелиоративных мероприятий. Вместе с ухудшением структурного состояния почв закономерно и в соответствии со степенью развития эрозионных процессов возрастает плотность, уменьшается пористость агрегатов и межагрегатного пространства и, как следствие, снижается водопроницаемость, водоудерживающая способность чернозёмов [11]. При дальнейшем развитии отмеченных негативных тенденций могут ухудшаться функционально связанные физические свойства чернозёма. Плотность твёрдой фазы пахотного слоя при длительном сельскохозяйственном использовании осталась практически неизменной и варьировала в пределах 2,50-2,62 г/см^3 с глубиной возросла до 2,7 г/см^3. Наименьшей плотностью 1,1 г/см^3 и лучшей пористостью 58% обладают богатые гумусом хорошо оструктуренные горизонты целинной почвы. В пахотных горизонтах плотность находится в оптимальных для растений количествах 1,15-1,18 г/см^3.

Заключение. Результаты проведенных исследований показали, что интенсивная эксплуатация чернозёмов привела к существенной трансформации их агрофизических свойств и ухудшению гумусового состояния. Для предупреждения негативных явлений при длительном сельскохозяйственном использовании чернозёма в пашне необходимо всестороннее изучение всех элементов его плодородия.

Список литературы

1. Хмелёв В.А., Танасиенко А.А. Земельные ресурсы Новосибирской области и пути их рационального использования // Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 349 с.

2. Антропогенная эволюция чернозёмов // Воронеж: Воронежский ГУ, 2000. 412 с.

3. Классификация и диагностика почв СССР / Составители: В.В. Егоров, В.М. Фридланд, Е.Н. Иванова, Н.Н. Розов, В.А. Носин, Т.А. Фриев. М.: Колос, 1977. 224 с.

4. Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

5. IUSS Working Group WRB World Reference Base for Soil Resources International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports. Rome: FAO, 2014. No 106.181 p.

6. Почвы Новосибирской области / под ред. Р.В. Ковалёва. Новосибирск: Наука, 1966. 422 с.

7. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 490 с.

8. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.

9. Воробьева Л.А. Химический анализ почвы. М.: Изд-во МГУ, 1998. 289 с.

10. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы. Методы его изучения. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1958. 192 с.

11. Сиухина М.С., Быкова С.Л. Изменение физических свойств чернозема выщелоченного за 33 года сельскохозяйственного использования // Плодородие. 2017. № 3 (96). С. 20-22.

12. Сиухина М.С., Быкова С.Л., Поплавская Е.В. Свойства чернозема выщелоченного подверженного эрозионным процессам // Достижения науки и техники в АПК. 2011. № 7. С. 15-17.

13. Танасиенко А.А. Специфика эрозии почв в Сибири. Новосибирск: Изд-во СОР АН, 2003.176 с.

14. Добрянская С.Л. Агрогенная трансформация гумусового состояния чернозёма выщелоченного Новосибирского Приобья // Отражение био-, гео-, антропосферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове: Материалы VII Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию кафедры почвоведения и экологии почв ТГУ. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2020. С. 220-223.

15. Клёнов Б.М. Устойчивость гумуса автоморфных почв Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000. 176 с.

16. Шарков И.Н. Совершенствование концепции воспроизводства органического вещества в почвах зерновых агроценозов Сибири // Сиб. вест. с.-х. науки. 2003. № 2. С. 72-77.

УДК 502/504; 556.512; 556.53
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-384-391

АНТРОПОГЕННЫЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ

ANTHROPOGENIC AND CLIMATIC CHANGES IN WATER RESOURCES AND THEIR CONSEQUENCES IN THE BELGOROD REGION

Долгов С.В., Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А.
Dolgov S.V., Koronkevich N.I., Barabanova E.A.

Институт географии РАН, Москва, Россия
Institute of Geography Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,

E-mail: svdolgov1978@yandex.ru

Аннотация. Выявлены особенности формирования водных ресурсов Белгородской области, расположенной в лесостепной и степной зонах, в изменившихся антропогенных и климатических условиях. Установлены тенденции за 1990-2020-е годы в использовании водных ресурсов, влияния на них сельскохозяйственной деятельности, дорожно-транспортной нагрузки. Показано, что весьма важную гидроэкологическую роль играет изменение климатических условий, прежде всего рост температуры воздуха. Оценены изменения речного стока, его поверхностной и подземной составляющих. Выявлены позитивные и негативные последствия произошедших изменений. Важным резервом обеспечения населения водой с повышенными требованиями к ее качеству служат ресурсы подземных вод, которые освоены далеко не в полной мере.

Ключевые слова: лесостепная и степная зоны, ресурсы поверхностных и подземных вод, речной сток, антропогенные и климатические факторы, современные изменения, гидрологические и экологические последствия.

Abstact. The peculiarities of water resources formation under changed anthropogenic and climatic conditions are revealed in the Belgorod region, located in the forest-steppe and steppe zones. The character of water use under the impact of agricultural activities and road traffic load in 1990-2020s have been identified. It has been shown that changes in climatic conditions, primarily air temperature increase, play a very important hydroecological role. The changes in river flow, its surface and underground components are estimated. The positive and negative consequences of the changes have been revealed. An important reserve for providing the population with high quality drinking water are groundwater resources, which are far from being fully developed.

Key words: forest-steppe and steppe zones, surface and groundwater resources, river runoff, anthropogenic and climatic factors, modern changes, hydrological and environmental consequences.

Введение. Современные (с начала 1990-х гг.) особенности формирования водных ресурсов обусловлены неоднозначным антропогенным воздействием в условиях значительного экономического спада в 1990-е гг. и возобновившегося затем в 2000-е гг. роста промышленного и сельскохозяйственного производства. Свои существенные коррективы вносят климатические факторы, значительно изменившиеся за последние десятилетия. Интегральный гидрологический результат произошедших трансформаций в региональном аспекте остается пока недостаточно изученным, представляет значительный интерес для оценки перспектив развития области и разработки эффективных природо- и водоохранных мер.

Особенно актуальна такая задача для регионов с ограниченными водными ресурсами, испытывающими интенсивную антропогенную нагрузку. К числу таких регионов относится Белгородская область, расположенная преимущественно в лесостепной зоне Русской равнины и на небольшом участке степной зоны (на водосборе р. Айдар). В суммарных водных ресурсах Белгородской области преобладают ресурсы местного стока (92%). Поступающий из соседней Курской области сток (по р. Оскол) составляет лишь 8% [1].

Цель исследования заключается в оценке современных изменений климатических условий, сельскохозяйственной деятельности на речных водосборах, водного хозяйства, урбанизированных территорий и их влияния на ресурсы речных вод Белгородской области.

Исходная информация и методы исследования. В качестве исходной информации использовались результаты наблюдений Росгидромета за стоком рек в 11 пунктах, атмосферными осадками и температурой воздуха на 3 метеостанциях. Привлекались также воднобалансовые

данные Новосильского стационара ФНЦ Агроэкологии РАН [2], анализировались сведения Росреестра и Росстата и данные об использовании водных ресурсов [3-5].

Различные аспекты региональной оценки состояния ресурсов речного стока в лесостепи и степи Русской равнины рассмотрены в ряде публикаций [6-14]. Методическая особенность данной работы заключается в комплексной оценке состояния водных ресурсов на основе географо-гидрологического метода с учетом генетической неоднородности стока, обусловленной как различиями в ландшафтной структуре речных водосборов, так и в процессах формирования стока. Анализировался как полный речной сток, так и выделенные по видам питания на его гидрографах поверхностная и подземная составляющие. Поверхностная составляющая определена по разности полного речного и подземного стока.

Результаты исследования и обсуждение. ***Ландшафтно-гидрологические особенности***. По данным Росреестра земельный фонд Белгородской области составляет 2713,4 тыс. га. Территория области расположена на водораздельных пространствах Дона (80,4% по данным [15]) и Днепра (19,6%) и почти полностью защищена от поступления загрязняющих веществ с поверхностным стоком из соседних регионов, поскольку она находится в области питания Днепровско-Донецкого артезианского бассейна, то практически отсутствует возможность их миграции и с подземным стоком из этих регионов.

Густота речной сети составляет 0,18 км/км^2, протяженность – около 4658 км. На территории Белгородской области насчитывается более 500 водотоков, но рек длиной более 100 км – лишь четыре: Ворскла – 118 км (бассейн р. Днепр), Оскол – 293 км, Северский Донец – 102 км и Тихая Сосна – 105 км (бассейн Дона). Прудов и водохранилищ в области насчитывается около 1000, самые крупные водохранилища – Белгородское на р. Северский Донец (объём 76 млн м^3) и Старооскольское на р. Оскол (объём 87,1 млн м^3) [16].

В ландшафтно-гидрологической структуре Белгородской области преобладают сельскохозяйственные угодья (78,7% от ее площади, в том числе пашня – 60,7%). Полями с повышенным коэффициентом стока вследствие уплотненной к началу весеннего половодья почвой (озимые, многолетние травы, пастбища, залежи, стерня) занято 41,9% территории области. На поля с рыхлой почвой (зябь и черный пар) с невысоким коэффициентом стока приходится 36,8%. Доля урбанизированных территорий (земли застройки, промышленности, под дорогами) с наиболее высоким коэффициентом стока составляет 4,5%. На земли лесного фонда и лесных насаждений, не входящих в лесной фонд, с наименьшим коэффициентом стока приходится 8,9%.

Тенденции влияния водного хозяйства. Белгородская область относится к регионам с невысокой обеспеченностью населения ресурсами речного стока. Средняя многолетняя их величина (местных и притока) составляет 2,7 км^3/год [4]. На 1 жителя Белгородской области приходится в среднем по водности году только 1780 м^3 воды в год, что в 16 раз меньше среднего российского показателя (29060 м^3/год) и почти в 2 раза меньше, чем в соседней Курской области. Причем ресурсы стока чрезвычайно неравномерно распределены во времени. Наибольшее их значение (4,7 км^3), зафиксированное в 1942 г., в 4 раза превышает минимальную величину (1,2 км^3 в 1975 г.).

В большей мере по сравнению с соседними регионами обеспечено население Белгородской области прогнозными ресурсами подземных вод – 1430 м^3/год на одного человека (Курской – 1080 м^3/год, Воронежской – 650 м^3/год). Причем ресурсы подземных вод в Белгородской области освоены далеко не полностью (степень освоения – 12%), хотя и в большей мере, чем в других субъектах ЦФО (за исключением Воронежской области – 16% и Московского региона – 34%). Они служат важным резервом хозяйственно-питьевого водоснабжения в Белгородской области, для которого здесь используются преимущественно подземные воды. Их отбор на различные нужды в 10 раз превышает отбор воды из поверхностных водных объектов [16]. Сброс сточных вод в подземные водные объекты на территории области не осуществляется. Основную нагрузку сточными водами испытывают поверхностные водные объекты, поступление в которые использованных вод (124,38 млн м^3 в 2018 г.) значительно, почти в 5 раз, превышает водоотбор из них (26,49 млн м^3) [16].

Анализ водохозяйственных данных показал, что характерной тенденцией является хорошо выраженное в целом снижение суммарного отбора поверхностных и подземных вод. За период 2000–2020 гг. оно составило в Белгородской области 22% (Курской – 34, Воронежской – 41, по России в целом – 24%). Такая тенденция способствует увеличению использования водных ресурсов Белгородской области. При этом наблюдается снижение общей величины сброса

сточных вод *(рисунок 1)*, образующихся преимущественно за счет отбора и использования подземных вод.

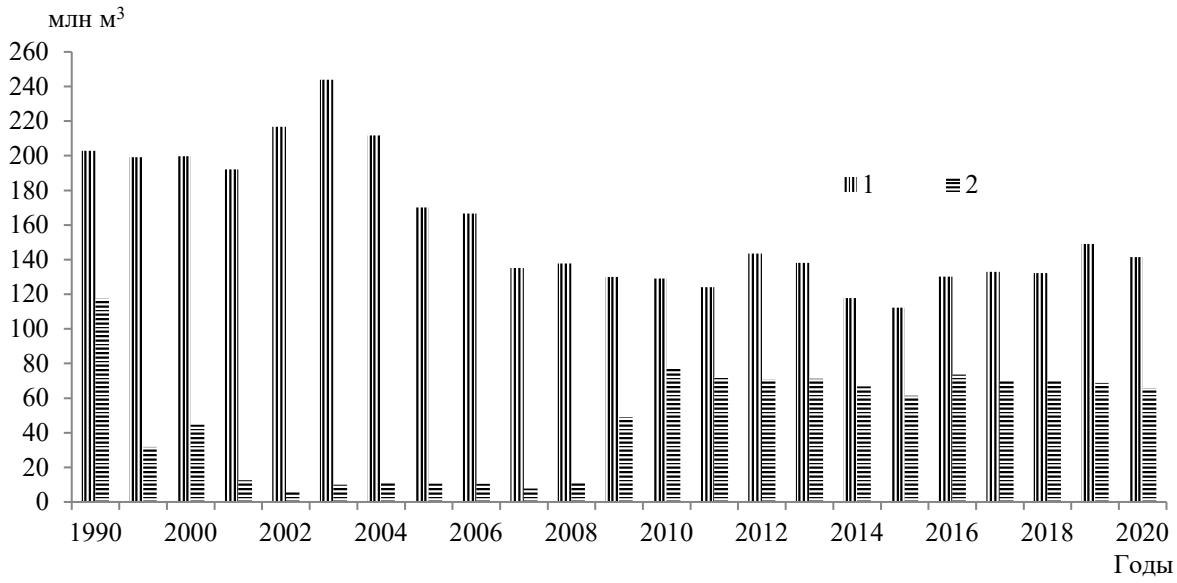


Рисунок 1. Динамика объема сточных вод Белгородской области.
1 – все сточные воды, 2 – загрязненные сточные воды.

Несмотря на снижение величины общего сброса всех сточных вод, существенным минусом в экологическом отношении является наблюдающийся с 2009 г. повышенный сброс загрязненных вод. Возросла и их доля в суммарном объеме учитываемых водохозяйственной статистикой категорий сточных вод (с 8-10% в среднем за 1995-2008 гг. до 50-52% и более за 2009-2020 гг.). Причем произошло это на фоне в основном климатического снижения речного стока в последние годы. В среднем за 2009-2020 гг. его величина составила 78% от нормы по состоянию на 1980 г. Такая ситуация привела к значительному снижению разбавляющей способности речного стока, что способствовало ухудшению экологического состояния рек.

Тенденции изменения дорожно-транспортной нагрузки. Влияние дорог на формирование водных ресурсов рассмотрено в публикации [17]. Дорожные трассы, формируя искусственные водоразделы, существенно изменяют границы речных водосборов и временных водотоков в овражно-балочной сети. Изменяются также время склонового добегания и пути миграции загрязняющих веществ. В отношении поверхностного склонового стока дороги выступают в роли регулирующих плотин с пропуском вод через дорожные трубы и сооружения лоткового типа. Быстрый отвод осадков с проезжей части дорог на одних участках усиливает придорожный поверхностный сток и его эрозионную деятельность, в том числе в пересекаемой овражно-балочной сети, на других, прежде всего в замкнутых придорожных понижениях, поверхностный сток концентрируется, увеличивая инфильтрацию в почвогрунты, что может приводить к их переувлажнению, подтоплению дорожной насыпи и ее деформации.

Дорожное строительство ухудшает качество водных ресурсов, приводя к усилению эрозионных процессов и попаданию в реки и водоемы загрязняющих веществ. При эксплуатации дорог в общем случае формируется сплошная линейно-региональная полоса загрязнения почвогрунтов, поверхностного и подземного стока. Причем на одних участках преобладает аккумуляция загрязнений, а на других – их вынос в гидрографическую сеть. В пробах воды, отобранных в зоне влияния дорог, нередко обнаруживается повышенное содержание нефтепродуктов, нитритов, нитратов, аммонийного азота, сульфитов, сульфатов, свинца и других тяжелых металлов.

За последние десятилетия дорожно-транспортная нагрузка существенно возросла. По данным Росстата [18] плотность одних лишь автодорог с твердым покрытием в Белгородской области еще в 1990 г. (0,16 км/км^2) оказалась по величине близкой к густоте речной сети (0,18 км/км^2). Несмотря на кризисные явления в экономике, автодорожная сеть продолжала развиваться и к 2000 г. плотность автодорог возросла почти на 50% и составила 0,24 км/км^2.

С 2012 г. Росстатом стала учитываться и протяженность уличных дорог в населенных пунктах. Но и по обновленной методике зафиксирован дальнейший рост дорожно-транспортной нагрузки. В самые последние годы (с 2012 по 2020 гг.) плотность автодорог увеличилась на 23% и более чем в 4 раза превысила густоту речной сети.

Сельскохозяйственная нагрузка на водные ресурсы. Наиболее широко распространены антропогенные воздействия на речные водосборы Белгородской области, оказываемые сельским хозяйством, особенно на пашне. Здесь активизируется водная эрозия (плоскостная и линейная), компоненты удобрений и химических средств защиты растений мигрируют с поверхностным и подземным стоком, загрязняя водные объекты.

В связи с кризисными явлениями в экономике в 1990-е гг. наблюдалось снижение антропогенной нагрузки на водные ресурсы вследствие спада сельскохозяйственного производства. За 1990-е гг. на 6% произошло сокращение посевной площади Белгородской области *(рисунок 2)*. Оно продолжалось и в последующие годы, составив в 2005 г. 19% относительно 1990 г., затем наблюдался рост, но уровень 1990 г. остается пока не достигнутым (в 2022 г. – 92%).

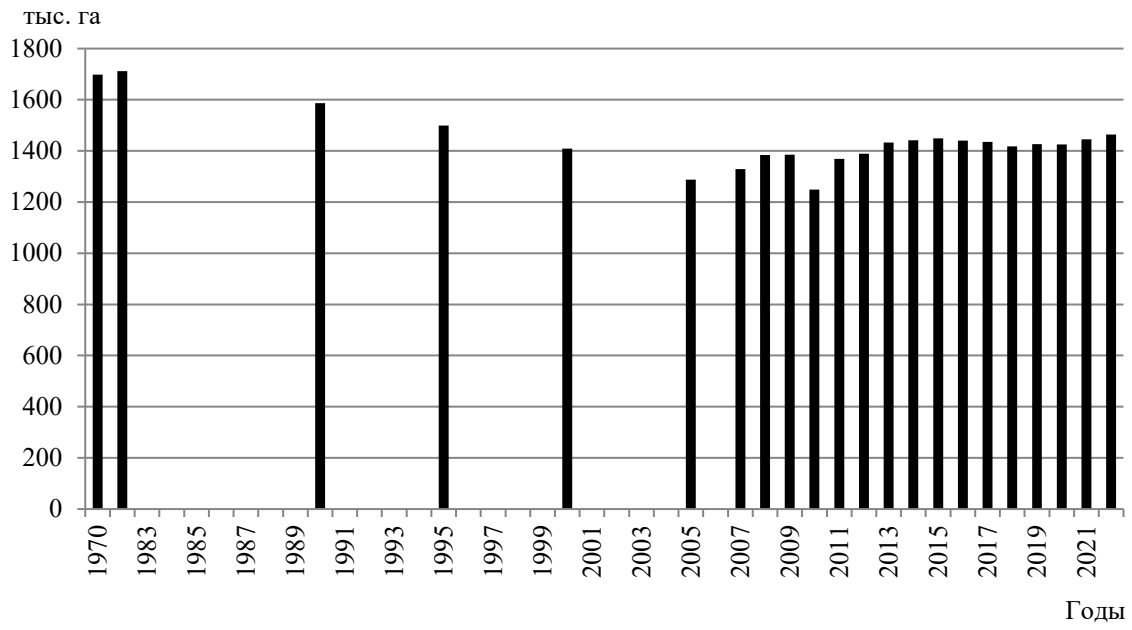


Рисунок 2. Динамика посевной площади Белгородской области.

Негативная гидроэкологическая роль антропогенной нагрузки снизилась и в отношении применения минеральных удобрений. Особенно значительно сократилось их использование к 1999 г. – на 85% относительно уровня 1990 г. *(рисунок 3)*, при этом удобрения вносились не более чем на 40% всей посевной площади. Правда, впоследствии использование удобрений довольно быстро стало увеличиваться и стабилизировалось в период с 2010 по 2022 гг. на уровне около 65% по отношению к 1990 г., а удельный вес площади с внесенными удобрениями во всей посевной площади в самые последние годы (2019-2022) достиг 91-94%.

В отличие от минеральных удобрений снижение использования органических удобрений продолжалось и после 1999 г. Минимальная их величина была зафиксирована в 2006 г. – 84% от уровня 1990 г., а удельный вес площади с внесенными удобрениями во всей посевной площади не превышал 2%. Затем использование органических удобрений стало довольно быстро увеличиваться. В самые последние годы (2019-2022) оно даже значительно превысило уровень 1990 г. – на 65%, а удельный вес площади с внесенными органическими удобрениями во всей посевной площади увеличился до 14-15%.

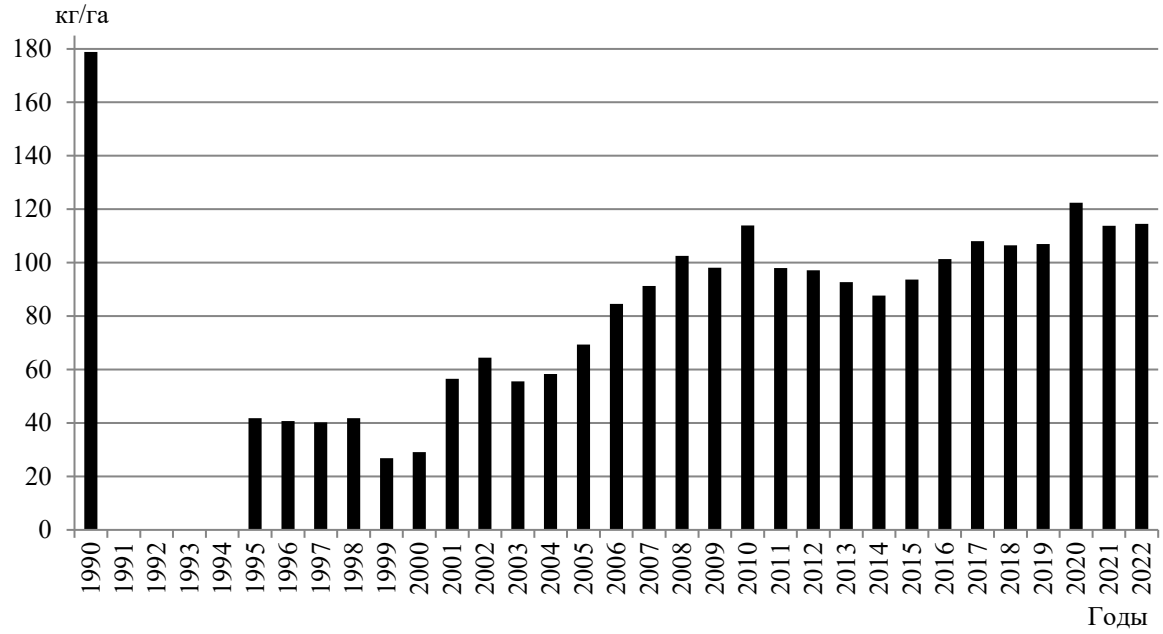


Рисунок 3. Динамика внесения минеральных удобрений (в пересчете на 100% питательных веществ) в Белгородской области на всей посевной площади.

Плюсом в гидроэкологическом отношении является наблюдающееся в последнее десятилетие снижение доли уплотненной к началу весеннего половодья почвы с озимыми (пшеница, рожь) и многолетними травами в структуре всей посевной площади Белгородской области. Сейчас она составляет в среднем 33%. При прочих одинаковых условиях с таких угодий наблюдается повышенный поверхностный склоновый сток и вынос загрязняющих водные объекты веществ.

Одним из главных результатов трансформации ландшафтной структуры является изменение поверхностного склонового стока. Это видно, в частности, при сравнении стока с зяблевой (осенней) пахоты и с полей, не распаханных с осени, с уплотненной к началу половодья почвой. В *таблице 1* приведены результаты анализа многолетних наблюдений на ближайшем к территории Белгородской области Новосильском воднобалансовом стационаре ФНЦ агроэкологии РАН (ранее ВНИАЛМИ) в Мценском районе Орловской области. Видно, что различия отмечаются и в отношении инфильтрации, которая во время весеннего половодья и за холодный сезон в целом значительно преобладает над поверхностным склоновым стоком. Причем на зяби коэффициент инфильтрации больше, чем на полях с уплотненной почвой.

Таблица 1

Средний многолетний поверхностный склоновый сток и инфильтрация в почву за период половодья и весь холодный сезон (включая половодье) за 1957-2016 гг. на Новосильском стационаре (по данным [19])

Стационар	Вид агрофона	Инфильтрация в почву весной, мм	Коэффициент весенней инфильтрации	Суммарная инфильтрация в почву за холодный период, мм	Весенний поверхностный склоновый сток, мм	Коэффициент стока
Новосильский	Зябь	76	0,80	213	20	0,20
	Уплотненная пашня	74	0,71	204	29	0,29

Весьма важным фактором современной гидроэкологической ситуации в бассейне Дона стало изменение климатических условий [11].

Температура воздуха. В последние десятилетия в Белгородской области происходил рост температуры воздуха как в среднем за год, так и во все сезоны. По данным метеостанции Богородицкое-Фенино устойчивый рост температуры воздуха в холодный сезон (ноябрь-март) наблюдается с 1981 г., в теплый (апрель-октябрь) – с 1998 г., а за год в целом – с 1989 г. *(рисунок 4)*. Относительно периода 1890-1980 гг. в период с 1981 по 2022 гг. среднегодовая температура воздуха увеличилась на 1,3°С. Наибольшее увеличение температуры (на 2,4-2,9°С) отмечается в январе-марте, в гораздо меньшей степени (0,5-0,8°С) – летом в июне-августе.

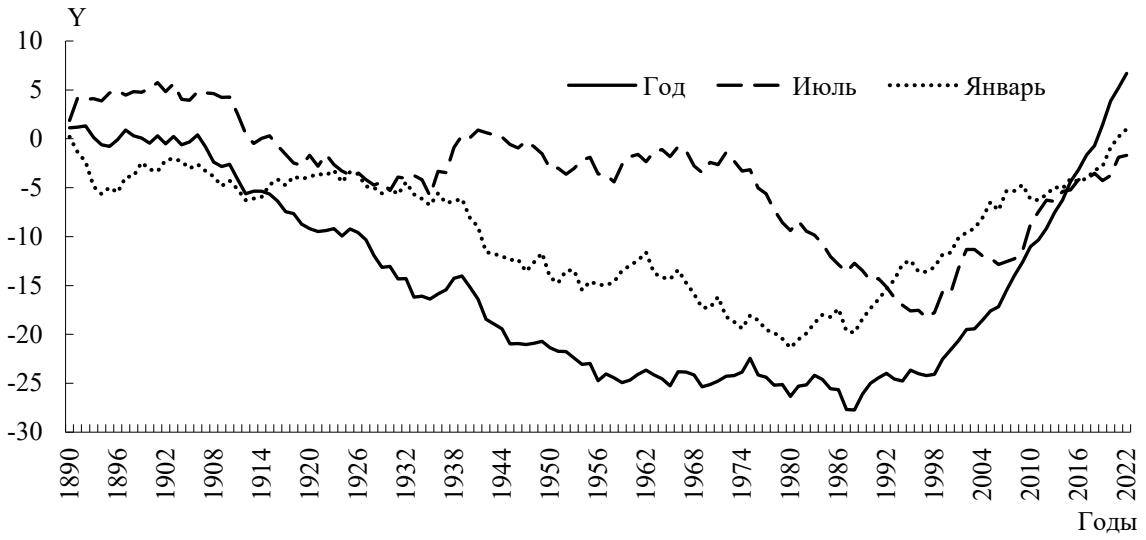


Рисунок 4. Нормированные разностные интегральные кривые температуры воздуха на метеостанции Богородицкое-Фенино ($Y=\sum(k_i-1)/Cv$, где k_i – отношение величины температуры за i-й год к средней многолетней ее величине, C_v – коэффициент вариации).

Особенно значительный рост температуры воздуха произошел в самые последние годы (2008-2022). Относительно нормы по состоянию на 1980 г. в период с 1981 по 2007 гг. (за 27 лет) годовая температура увеличилась на 0,8°С (за холодный сезон – на 1,4, теплый сезон – 0,5), а с 2008 по 2022 гг. (15 лет) она возросла еще больше – на 2,2°С (за холодный сезон – 2,8, теплый сезон – 1,7).

По своим гидроэкологическим последствиям произошедшее увеличение температуры воздуха в холодный и теплый сезоны существенно отличается. В холодный сезон ее рост приводит к уменьшению поверхностного стока и миграции с ним загрязняющих веществ, но способствует увеличению почвенных влагозапасов, инфильтрации, подземного стока и степени загрязненности подземных вод, а в теплый сезон – сопровождается увеличением испарения, что приводит к уменьшению величины как поверхностной, так и подземной составляющих стока. Немаловажным минусом в экологическом отношении является также снижение запасов влаги в почве в вегетационный период.

Атмосферные осадки. В многолетних колебаниях средних по территории Белгородской области осадков (рассчитанных по данным метеостанций Богородицкое-Фенино, Валуйки и Готня) за период с 1966 по 2007 гг. отчетливо выраженных долговременных тенденций не прослеживается. Лишь в самые последние годы (2008-2022) наблюдается слабо выраженная тенденция к снижению величины годовых осадков и осадков за теплый сезон.

По данным метеостанций Богородицкое-Фенино, Валуйки и Готня, за период с 1966 по 1980 гг. средняя величина годовых осадков составила 594 мм, в том числе за холодный сезон – 224 мм, теплый сезон – 370 мм. С 1981 по 2022 гг. величина годовых осадков практически не изменилась и составила 591 мм (за холодный сезон – 211 мм, теплый сезон – 380 мм). Однако в самые последние годы (2008-2022) величина годовых осадков и осадков за холодный и теплый сезоны несколько уменьшилась (на 4,3-4,5%). Это, наряду с ростом температуры воздуха (особенно в теплый сезон), создает предпосылки к ухудшению гидроэкологической ситуации, как в отношении ресурсов речного стока, так и запасов влаги в почве на сельскохозяйственных угодьях.

Оценим далее реакцию стока на наблюдающиеся изменения факторов его формирования.

Изменения речного стока, его поверхностной и подземной составляющих. Характерной тенденцией последних десятилетий стало значительное снижение величины поверхностного склонового стока (69% на уплотненной почве и 77% на зяби в районе Новосильского стационара), обусловленное, прежде всего изменением климатических условий. Другая тенденция заключается в существенном увеличении величины инфильтрации в почвогрунты зоны аэрации – на 13-16% за весь холодный сезон, включая половодье.

В результате расчетов установлено, что за период с 2008 по 2021 гг. годовой сток Белгородской области в целом снизился на 17% по отношению к его норме, оцененной в 101 мм [20]. Причем доля подземного стока в годовом речном стоке в среднем по Белгородской области возросла с 19 до 68%, а доля поверхностного стока соответственно сократилась с 81 до 32%. При прочих равных условиях соответственно усилилась транспортирующая способность подземного стока в отношении выноса загрязняющих веществ в реки, а поверхностного стока уменьшилась.

Значительно изменилось внутригодовое распределение стока *(рисунок 5)*. Сток половодья резко уменьшился (до 25 мм). Он составляет лишь 30% от средневзвешенной по территории области величины годового стока (84 мм). Сток в половодье стал даже заметно меньше, чем в летне-осенний сезон (38 мм, 45%). Существенную величину стал составлять сток в холодный сезон (с октября до начала половодья) – 21 мм (25% от годового стока).

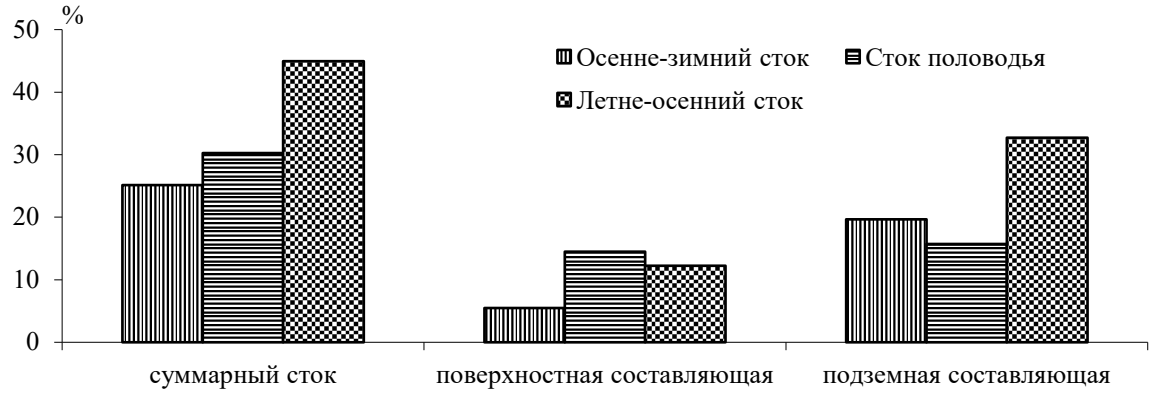


Рисунок 5. Сезонное распределение речного стока Белгородской области и его составляющих в среднем за 2008-2021 гг. (% годового суммарного стока).

Заключение. Наблюдающаяся в самые последние годы гидроэкологическая ситуация на территории Белгородской области в определенной степени обусловлена усилением в 2000-е гг. отдельных видов антропогенной нагрузки (после ее спада в 1990-е годы), особенно в связи с увеличением объема загрязненных сточных вод на фоне снижения разбавляющей способности речного стока. Увеличились площади урбанизированных территорий, возросла дорожно-транспортная нагрузка. Сокращение посевной площади в Белгородской области в 1990-е гг. сменилось, начиная с 2005 г., ее увеличением (к 2022 г. до 92% от уровня 1990 г.). В многочисленных личных подсобных хозяйствах и на дачных участках, расположенных вблизи рек, наблюдается активная сельскохозяйственная деятельность, во многом негативно влияющая на водные ресурсы.

Еще более значительными за последние десятилетия оказались климатические изменения стока. Весьма существенный рост температуры воздуха в холодный сезон, сопровождавшийся участившимися оттепелями, привел к уменьшению глубины промерзания почвогрунтов зоны аэрации, снижению запасов воды в снеге перед началом весеннего половодья и уменьшению роли поверхностного склонового стока в миграции загрязняющих веществ. В то же время такая ситуация привела к увеличению инфильтрации талых вод в почву во время оттепелей и весеннего половодья, способствуя миграции этих веществ в почвогрунты зоны аэрации и далее в верхние водоносные горизонты с грунтовыми водами. Причем, изменение климатических условий и сельскохозяйственной деятельности на современном этапе разнонаправлено действует на весенний поверхностный склоновый сток. Если бы не влияние угодий с уплотненной к началу половодья почвой, то современный склоновый сток в половодье под влиянием климатических изменений снизился бы еще в большей степени, а инфильтрация талых вод соответственно увеличилась бы.

Одним из важных негативных последствий климатических изменений стало снижение ресурсов речного стока, уменьшение эффективности стока весеннего половодья в отношении промывки речных русел, ухудшение условий естественного воспроизводства рыбы на пойменных нерестилищах, возникновение определенных трудностей в заполнении весной прудов и водохранилищ до проектных отметок. Однако по своим гидроэкологическим последствиям изменение климата не столь однозначно. Наблюдаются и позитивные последствия. К их числу относятся уменьшение вероятности формирования экстремально высоких наводнений в период весеннего половодья, снижение эрозионной деятельности поверхностного склонового стока и его способности транспортировать загрязняющие водные объекты вещества, создание предпосылок для получения более высоких урожаев вследствие увеличения инфильтрации осадков, рост ресурсов подземного стока, снижение неравномерности внутригодового распределения речного стока.

Источник финансирования: проект Приоритет-2030, № 20180180.

Список литературы

1. Водные ресурсы и водный баланс территории Советского Союза. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1967. 199 с.

2. Барабанов А.Т. Эрозионно-гидрологическая оценка взаимодействия природных и антропогенных факторов формирования поверхностного стока талых вод и адаптивно-ландшафтное земледелие. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2017. 188 с.

3. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов. URL: https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=513.

4. Государственный водный кадастр Российской Федерации. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание, 2001-2020 гг.

5. Водные ресурсы и водное хозяйство России. Ежегодный статистический сборник, 2006-2018 гг. / Под ред. Н.Г. Рыбальского и А.Д. Думнова. М.: НИА-Природа.

6. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И.А. Шикломанова. СПб.: Государственный гидрологический институт, 2008. 600 с.

7. Георгиади А.Г., Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Мельник К.С. Водные ресурсы и водно-экологическая напряженность в Центральном федеральном округе России // Изв. РАН. Сер. геогр., 2021. Т. 85. № 3. С. 325-340.

8. Долгов С.В. Гидрологические последствия изменений хозяйственной деятельности в Курской области. Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2002. № 5. С. 72-82.

9. Долгов С.В., Зонн С.В., Коронкевич Н.И., Клюев Н.Н., Сенцова Н.И. Антропогенная нагрузка на водосборы южной части Европейской России и ее современные тенденции // Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия / Отв. ред. Н.И. Коронкевич, И.С. Зайцева. М.: Наука, 2003. С. 137-153.

10. Долгов С.В. Водный потенциал Волгоградской области и его современные изменения // Изв. РАН. Сер. геогр. 2018. № 4. С. 76-88.

11. Долгов С.В., Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А. Ландшафтно-гидрологические изменения в бассейне Дона // Водные ресурсы. 2020. Т. 47. № 6. С. 674-685.

12. Закруткин В.Е., Коронкевич Н.И., Шишкина Д.Ю., Долгов С.В. Закономерности антропогенного преобразования малых водосборов степной зоны Юга России (в пределах Ростовской области). Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 2004. 252 с.

13. Коронкевич Н.И. Водный баланс Русской равнины и его антропогенные изменения. М.: Наука, 1990. 205 с.

14. Россия и ее регионы: Внешние и внутренние экологические угрозы / Под ред. Н.Н. Клюева. М.: Наука, 2001. 216 с.

15. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна р. Дон. Книга 1. Общая характеристика речного бассейна. 2013. 343 с.

16. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Белгородской области в 2018 году. Белгород: 2019, 235 с.

17. Долгов С.В., Коронкевич Н.И. Трансформация водных ресурсов линейными антропогенными формами // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2000. № 3. С. 38-49.

18. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2021. Стат. сб. Росстат. М., 2021. 1112 с.

19. Барабанов А.Т., Долгов С.В., Коронкевич Н.И., Панов В.И., Петелько А.И. Поверхностный сток и инфильтрация в почву талых вод на пашне в лесостепной и степной зонах Восточно-Европейской равнины // Почвоведение. 2018. № 1. С. 74-81.

20. Воскресенский К.П. Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза. Л.: Гидрометеоиздат, 1962. 548 с.

УДК 631.95
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-392-395

ДЕФЛЯЦИЯ ПАСТБИЩ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПЫЛЬНЫХ БУРЬ

DEFLATION OF PASTURES OF STAVROPOL REGION AS A RESULT OF DUST STORMS

Дорошенко В.В.
Doroshenko V.V.

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (ФНЦ агроэкологии РАН), Волгоград, Россия
Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (FNC Agroecology RAS), Volgograd, Russia

E-mail: doroshenko-vv@vfanc.ru

Аннотация. Динамично протекающие на востоке Ставропольского края процессы опустынивания имеют непосредственную связь с активной дефляцией – за последнее десятилетие на фоне высокой антропогенной нагрузки и учащения пыльных бурь пастбищные угодья подвергались огромной ветровой нагрузке. Прикаспийская низменность за счет особенностей рельефа и растительности в значительной степени подвержена пыльным бурям, а дефляция в степных и сухостепных экосистемах зачастую приводит к формированию очагов опустынивания. За последние годы (2017-2023 гг.) зарегистрировано более 80 пыльных бурь, установлена сильная положительная связь между их продолжительностью и динамикой площадей открытых песков на территории пастбищ востока Ставрополья. Для оценки последствий дефляции применялось дешифрирование материалов дистанционного зондирования Земли с использованием ГИС. В условиях отсутствия пыльных бурь и достаточного количества осадков видимая площадь открытых песков за один год сократилась с 60,5 (в 2022 г.) до 18,1 (в 2023 г.) тыс. га, но такое резкое изменение достигнуто за счет разрастания псаммофитов и пастбищных сорняков и не может быть приравнено к полноценному зарастанию песков и их закреплению. На «молодых» очагах опустынивания выявлены эколого-морфологические области, свойственные песчаным массивам эолового происхождения.

Ключевые слова: дефляция, пастбища, Ставропольский край, опустынивание, дистанционное зондирование.

Abstract. The desertification processes that are dynamically occurring in the east of the Stavropol Region are directly related to active deflation – over the past decade, against the background of high anthropogenic load and increased frequency of dust storms, pasture lands have been subjected to a huge wind load. Due to the peculiarities of the relief and vegetation, the Caspian lowland is largely susceptible to dust storms, and deflation in steppe and dry-steppe ecosystems often leads to the formation of foci of desertification. In recent years (2017-2023), more than 80 dust storms have been registered, and a strong positive relationship has been established between their duration and the dynamics of open sand areas in the pastures of the east of Stavropol. To assess the effects of deflation, the decryption of remote sensing materials using GIS was used. In the absence of dust storms and sufficient precipitation, the visible area of open sands in one year decreased from 60.5 (in 2022) to 18.1 (in 2023) thousand ha, but such a drastic change was achieved due to the proliferation of psammophytes and pasture weeds and cannot be equated with full-fledged overgrowth of sands and their consolidation. Ecological and morphological areas peculiar to sandy massifs of Aeolian origin have been identified in the "young" foci of desertification.

Key words: deflation, grasslands, Stavropol Region, desertification, remote sensing.

Введение. Восток Ставропольского края является частью Терско-Кумской низменности, которая, в свою очередь, относится к Прикаспийской низменности. Прикаспийская низменность является аридной территорией с преимущественно степным типом растительности и равнинным типом рельефа, в связи с чем высок риск развития дефляционно опасных ветровых потоков [1, 2]. Отсутствие регулярной сети защитных лесных насаждений и деградация степной растительности в результате многолетнего перевыпаса приводят к формированию очагов дефляции на легких почвах, которые при сохранении ветровой и антропогенной нагрузки в короткие сроки могут трансформироваться в очаги опустынивания. Значительные площади Прикаспийской низменности покрыты разреженной растительностью или представляют собой открытые почвы, в связи с чем наблюдавшиеся в 2017-2022 гг. климатические условия привели к формированию множества продолжительных и интенсивных пыльных бурь [3]. Пыльные и песчаные бури при систематическом возникновении могут оказывать огромное влияние на

растительность, животный мир, а также населенные пункты и объекты инфраструктуры [4]. Эоловый перенос минеральных частиц приводит к повреждению побегов степной растительности или ее засыпанию, при этом формирование массивов открытых песков приводит к сокращению площади пастбищ, что важно для Прикаспийской низменности, где большое распространение имеет животноводство, в том числе отгонное, когда крупные стада или отары в летнее время находятся в горной части, а на зиму переводятся на равнинную, степную часть региона. Также большое влияние пыльные бури оказывают на распаханные территории в результате выдувания частиц почвы с поверхности, при этом пыльные бури могут формироваться непосредственно над пашней, когда ветровой поток не имеет препятствий в виде полезащитных насаждений [5, 6].

За 2017-2022 гг. на трех метеостанциях (в г. Арзгир, Буденновск и Зеленокумск) зарегистрировано 84 пыльные бури (http://www.pogodaiklimat.ru/). Продолжительность пыльных бурь составила 146 дней, при этом 70% пыльных бурь длились 1 день, а наиболее продолжительная буря длилась 13 дней. В августе 2022 г. отмечена серия из ряда пыльных бурь различной продолжительности, которая привела к значительным последствиям для пастбищ – такие серии бурь наиболее опасны с точки зрения дефляции, но при этом достаточно редки. Преобладающим направлением ветра было восточное (более 80% дней), скорость ветра варьировала от 5 до 29 м/с [3]. При этом в 2023 г., характеризующемся большим количеством осадков, не было зарегистрировано ни одной пыльной бури, что связано с тем, что дни с критическими скоростями ветра сопровождались дождями, в том числе, ливневого характера.

Основная часть. Перспективным способом оценки последствий дефляции на степных и сухостепных пастбищных угодьях является определение площадей полностью лишенных растительности участков, которые на Прикаспийской низменности зачастую представляют собой открытые пески. Оперативным и достаточно точным методом выявления открытых песков является дешифрирование материалов космической съемки с использованием ГИС-технологий, которое позволяет минимизировать затраты времени на полевые работы (при наличии репрезентативной базы эталонов) и одномоментно охватить значительные территории. Этот метод широко используется при ландшафтных, мелиоративных и др. работах по изучению процессов дефляции и опустынивания [7-11].

В Ставропольском крае от пыльных бурь наиболее пострадали восточные районы (Левокумский, Нефтекумский, Курский, Степновский районы), особенно располагающиеся на территории этих районов пастбищные угодья, что делает восточную часть Ставрополья актуальным объектом при изучении процессов дефляции в степных районах юга европейской части России. Данная территория подвержена процессам опустынивания уже много десятилетий [9], но после 2017 г. рост площади открытых песков приобрел катастрофический характер [7]. Особенностью воздействия пыльных бурь на массивы открытых песков является то, что при последовательных пыльных бурях принесенный ветром ранее материал может подвергаться повторному выдуванию, что приводит к дальнейшему нарастанию площади открытых песков. За последнее десятилетие площадь участков, занятых открытыми песками, неуклонно возрастала, но резкое изменение климатических условий в 2023 г. показывает, что основным фактором опустынивания является именно дефляция *(таблица 1)*. Между динамикой площадей открытых песков и количеством пыльных бурь установлена сильная положительная связь (r=0,83) [7].

Таблица 1

Площади открытых песков по данным ДЗЗ

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Площадь открытых песков, тыс. га	3,1	3,8	5,2	5,6	8,3	16,0	54,6	57,4	60,5	18,1

Наиболее динамичны песчаные массивы на северо-востоке Ставрополья (Левокумский и Нефтекумский районы) в связи с тем, что на юге проводились масштабные работы по закреплению и облесению песков (Терский песчаный массив) [9]. В связи с тем, что большая часть этих изменчивых очагов опустынивания являются молодыми (образовались в течение последнего десятилетия), при дешифрировании спутниковых снимков в них четко просматривается разделение на эколого-морфологические области *(рисунок 1)* [9]. При дефляции

минеральный материал выдувается из деструктивной области в восточном направлении (для востока Ставропольского края это направление преобладающих ветров) с последующим накоплением в деструктивно-аккумулятивной области, где формируется песчаный нанос наибольшей толщины. При продолжающемся ветровом воздействии песчаный массив будет разрастаться на восток путем формирования аккумулятивной области, в которой почвенный и растительный покров засыпается относительно тонким слоем песка.

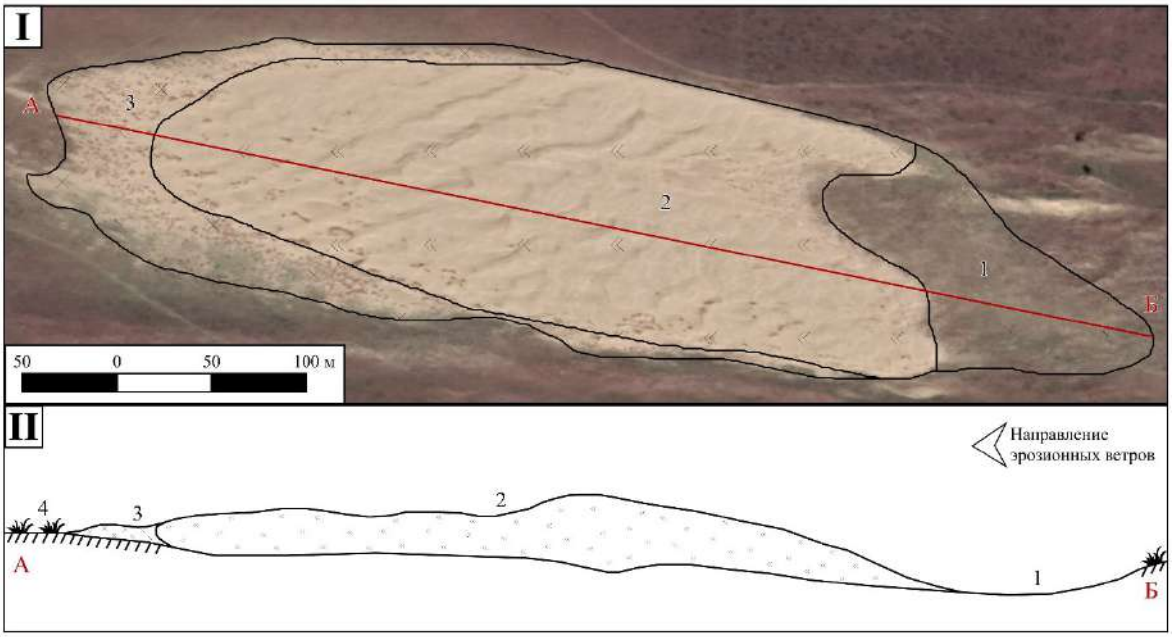


Рисунок 1. Схема эколого-морфологических областей очага опустынивания (Нефтекумский район, 44,5959° с.ш., 45,1519° в.д.): I – план очага опустынивания (на основе базовой карты «GoogleEarth» от 04.11.2020 г.), II – профиль очага опустынивания; А-Б – линия профиля; 1 – деструктивная область; 2 – деструктивно-аккумулятивная область; 3 – аккумулятивная область; 4 – почвенный покров и растительность.

Длительное антропогенное воздействие на пастбища привело к семенному опустыниванию и деградации пастбищных фитоценозов, т.е. сокращению доли ценных кормовых видов (злаков, бобовых, многолетников) в пользу плохопоедаемых, колючих или ядовитых пастбищных сорняков, преимущественно однолетних [12]. В связи с этим резкое сокращение площадей открытых песков при увеличении количества осадков за счет таких видов (солянка сорная, паслен рогатый и т.п.) не может быть приравнено к естественному возобновлению пастбищных фитоценозов и полноценному закреплению открытых песков [9]. Для восстановления исконного состояния степей необходимы мелиоративные мероприятия – как создание противодефляционных насаждений, так и восстановление кормовой ценности, например, применение метода агростепей [1].

Заключение. Динамика площадей открытых песков, характеризующая крайнюю степень проявлений дефляции на аридных пастбищах, значительно зависит от климатических факторов. При этом социально-экономический фактор (динамика поголовья и режим выпаса) на востоке Ставропольского края имеет накопительный эффект и в результате многолетних нарушений норм поголовья привел к формированию таких условий, что пастбищные территории не только сильно подвержены дефляции, но и не могут более самостоятельно восстанавливаться в связи с многолетним стравливанием и сокращением доли ценных пастбищных видов.

Список литературы

1. Агролесомелиорация / под ред. акад. РАСХН А.Л. Иванова, К. Н. Кулика; ВНИАЛМИ. Изд. 5-е, перераб. и доп. Волгоград, 2006. 746 с.

2. Стамбеков М.Д., Полякова С.Е. Метеорологические условия возникновения штормового ветра и пыльной бури в Атырауской области в январе 2021 г. // Географический вестник. 2021. № 3(58). С. 130-141.

3. Дорошенко В.В. Пыльные бури на востоке Ставропольского края в 2017-2022 гг. // Вопросы степеведения. 2023. № 3. С. 41-48. DOI: 10.24412/2712-8628-2023-3-41-48.

4. Шинкаренко С.С., Барталев С.А. Последствия пыльных бурь на юге европейской части России в сентябре-октябре 2020 г. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 17. № 7. С. 270-275.

5. Бадахова Г.Х., Диденко А.Н., Кравченко Н.А. Синоптические условия формирования пыльных бурь в Ставропольском крае // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2015. № 5-6. С. 119-122.

6. Кулик К.Н., Рулев А.С., Сажин А.Н. Глобальные процессы дефляции в степных экосистемах // Метеорология и гидрология. 2018. № 9. С. 72-80.

7. Дорошенко В.В. Динамика площадей открытых песков на северо-востоке Ставропольского края в 2022 г. // Географический вестник. 2023. № 4. С. 127-36.

8. Кравченко А.С., Юферев В.Г., Шинкаренко С.С. Геоинформационный анализ ландшафтов астраханского Заволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 4 (48). С. 154-163.

9. Кулик К.Н. Агролесомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов. Волгоград: изд. ВНИАЛМИ, 2004. 248 с.

10. Мелихова А.В. Картографирование процессов опустынивания в Астраханском Заволжье с применением ГИС-технологий // Научно-агрономический журнал. 2023. № 3 (122). С. 40-45. DOI: 10.34736/FNC.2023.122.3.006.40-45.

11. Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Берденгалиева А.Н., Дорошенко В.В. Спутниковый мониторинг процессов опустынивания на юге Европейской России в 2019-2022 гг. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 5. С. 319-327.

12. Лапенко Н.Г., Ерошенко Ф.В., Сторчак И.Г. Растительность степных фитоценозов и особенности ее вегетации в условиях Ставропольского края // Аграрный вестник Урала. 2020. № 2 (193). С. 9-19.

УДК 57.026; 591.582; 599.323.5
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-396-402

ПОВЕДЕНЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ И ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ ПОДЗЕМНОГО ГРЫЗУНА ОБЫКНОВЕННОЙ СЛЕПУШОНКИ (*ELLOBIUS TALPINUS*)

THE BEHAVIORAL CONTEXT OF ULTRASONIC AND SONIC SIGNALS OF A SUBTERRANEAN RODENT, THE NORTHERN MOLE VOLE (*ELLOBIUS TALPINUS*)

Дымская М.М.
Dymskaya M.M.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

E-mail: Rita.dym@yandex.ru

Аннотация. Использование разных акустических сигналов животными часто связано с определенными условиями – поведенческий контекст при взаимодействии или отсутствии взаимодействия с другой особью, их эмоциональным состоянием в конкретный момент. Для многих подземных грызунов описаны акустические сигналы с точки зрения их поведенческого контекста. Ранее нами было описано 8 типов акустических сигналов обыкновенной слепушонки (*Ellobius talpinus*), выделенные на основе структурных характеристик. При этом ни для одного вида, кроме слепушонки, не было описано ультразвуковых сигналов и, соответственно, ситуаций, в которых грызуны, ведущие подземный образ жизни, их издают. Данное исследование посвящено изучению поведенческого контекста выделенных нами ранее типов акустических сигналов. Из 8 типов в достаточных количествах в данном исследовании было зафиксировано 5 типов акустических сигналов. Как и ожидалось, звуковые сигналы «бульк» и «писк» и ультразвуковой подъемный сигнал чаще всего встречались при мирных контактах животных. Высокочастотный ультразвуковой сигнал не показал связи с каким-либо вариантом поведенческого контекста, как и с количеством особей в эксперименте (одно животное или два). Вариативный ультразвуковой сигнал также не показал связи с поведенческим контекстом, но практически не встречался у одиночных животных.

Ключевые слова: акустическая коммуникация, звуковые и ультразвуковые сигналы, подземные грызуны, поведенческий контекст.

Abstract. Using different acoustic signals by animals depends on behavioural context and emotional state of a caller. Acoustic signals of many subterranean rodents were previously described in the viewpoint of behavioural context. For the northern mole vole (*Ellobius talpinus*), we previously described 8 call types, classified on the basis of their acoustic characteristics. The northern mole vole was the first species of subterranean rodents, for which ultrasonic calls were described. The set of behavioural contexts for producing the ultrasonic calls by subterranean rodents was unknown so far. In this study, we investigate the behavioural contexts for emission of the previously described repertoire of the acoustic signals. Of the 8 call types, 5 were recorded in numbers for representative investigation of relationship with behavioural context. As we hypothesized, sonic (below 20 kHz) "wheek" and "squeak" and ultrasonic (above 20 kHz) "upsweep" were prevalent during peaceful interactions in animal dyads. The "high-frequency" ultrasonic signal did not display any relationship with certain behavioural context or number of tested animals (single or dyad). The "variative" ultrasonic call type was also not related with a particular behavioural context, but was did not practically met in animals which were alone, out of contact with other individuals.

Key word: Acoustic communication, Audible and ultrasonic calls, Subterranean rodent, Behavioral context.

Введение. Акустическая система коммуникации имеет большое значение для млекопитающих. На данный момент неизвестны виды, которые не использовали бы акустические сигналы. Таким образом, акустика является неотъемлемой частью поведения млекопитающих, благодаря особенностям физических характеристик звуковых волн. Звук может огибать препятствия, данный тип коммуникации возможен в условиях плохой видимости и может использоваться одновременно с другими вариантами коммуникативного поведения [1, 2, 3], а также может содержать в себе различную информацию о том, кто его издает – возраст, пол, размер, социальный статус, родство, физиологическое и эмоциональное состояние животного [4, 5, 6]. Вокализации, издаваемые животными посредством голосовых связок [7] или свиста [8] в зоне слуховой слышимости человека (от 20 Гц до 20 кГц) традиционно называют звуковыми, а

сигналы большей частоты ультразвуковыми. О структурных особенностях, способах производства и функциональном значении последних до сих пор мало известно.

Обыкновенная слепушонка, *Ellobius talpinus* – грызун подсемейства полевковые (*Arvicolinae*), высоко специализированный к подземному образу жизни и живущий большими семейными группами [9]. На данный момент для этого вида нами описаны 3 типа звуковых сигналов, 3 типа ультразвуковых сигналов, шумовое шипение и сигнал, расположенный на границе звукового и ультразвукового диапазона [10]. Эти типы были выделены нами на основании структурных характеристик сигналов. Вокальные репертуары других подземных грызунов в большинстве случаев описана на основе разделения сигналов на типы по поведенческому контексту [11]. Как правило, у взрослых особей выделяют агонистические, репродуктивные контакты, ситуации тревоги и мирные контакты между особями [11]. При этом ни для одного подземного вида, кроме слепушонки, не было описано ультразвуковых сигналов и, соответственно, ситуаций, в которых грызуны, ведущие подземный образ жизни, их издают.

По нашим предварительным наблюдениям, слепушонки издают разные типы звуковых и ультразвуковых сигналов в различных ситуациях, однако это предположение не было подкреплено конкретными количественными данными. Целью данного исследования было выявить поведенческий контекст использования различных акустических сигналов обыкновенной слепушонкой в экспериментальной ситуации.

Материалы и методы

Сбор данных. Сбор данных проводили с середины июня до начала июля 2023 года в Краснокутском районе Саратовской области, в окрестностях деревни Дьяковка (50.714215 N, 46.716292 E). Отлов животных происходил на участке площадью примерно 5 га. Дьяковка расположена на границе степи и полупустыни [12].

Жилые норы слепушонок обнаруживали по свежим выбросам земли около норных отверстий. Отлов происходил посредством установки спиралевидных живоловок-накопителей А. Голова [13] после небольшого раскапывания обнаруженной жилой норы. Живоловки проверяли каждые 20 минут. Для каждого пойманного животного отмечали (фиксировали географические координаты точки с точностью до 10^{-7} градуса) норовое отверстие, из которой было оно выловлено.

После отлова слепушонок содержали каждую в отдельном ведре с субстратом, и укрытиями из картона или коры деревьев. Ведра с животными размещали в тени в вырытых в земле ямах для сохранения более низкой температуры и меньшего воздействия прямого солнечного света. Также сразу после вылова слепушонкам предоставляли корм в виде моркови и овса. Воду животным не предоставляли.

После проведения всех необходимых манипуляций и опытов, животное возвращали в нору, откуда оно было выловлено. Нахождение полевок вне норы длилось не более 7-8 часов. Животных не выпускали сразу в их норы для возможности продолжения отлова других особей из той же норы.

Тесты проводили в отдалении от ведер с животными в тени, в дневное время при температуре 25-30°C. Экспериментальная установка состояла из 10-литрового ведра высотой 28 см с диаметром дна 20 см, в котором находилось перевернутое ведро объемом 3 литра, высотой 17 см, с диаметром открытой части 17 см и диаметром дна 14 см. После вылова животные содержались в ведрах без беспокойства около часа, прежде чем попадали в экспериментальную установку. Непосредственно перед началом теста в пространство между ведрами помещался субстрат (песок или почва) на высоту около 5 см. При меньшем объеме земли животным было трудно перемещаться в очень узком пространстве, а при большем был риск выпрыгивания из экспериментальной установки.

Тесты были двух типов:

1. Тесты типа A-B начинались с момента выпуска одного животного в экспериментальную установку (стадия A). Через 1,5 минуты к нему подсаживалось второе животное (стадия B). Стадия B длилась также 1,5 минуты.

2. Тесты типа B-A начинались с момента запуска двух животных в экспериментальную установку (стадия B). Через 1,5 минуты один из партнеров отсаживался и в опыте оставалась одна особь (стадия A). Стадия A длилась также 1,5 минуты.

После окончания теста животных возвращали каждое в свое ведро. Перед следующим тестом субстрат заменяли на свежий, чтобы избежать влияния запаха на следующих фокальных животных. Не было зафиксировано случаев гибели животных после прохождения теста.

За один день каждое животное принимало участие в тестах только один раз. Однако за весь период работы большинство животных вылавливали повторно, в том числе иногда и на следующий день. Всего в опытах участвовало 35 особей (18 самцов и 17 самок) из 7 семейных групп; 18 особей принимали участие в опытах повторно.

Во время каждого теста проводили непрерывную запись ультразвуковых и звуковых криков фокальных животных и видеорегистрацию поведения животных. Для записи ультразвуковых криков использовали ультразвуковой рекордер Echo Meter Touch 2 PRO (Wildlife Acoustics, Inc., Maynard, MA USA) (запись с частотой дискретизации 256 кГц, 16 бит), который позволял просматривать спектрограммы криков в режиме реального времени во время опыта на дисплее смартфона. Для записи криков звукового диапазона (частота дискретизации 48 кГц, 16 бит) использовали рекордер Zoom H1 (Zoom Corporation, Tokyo, Japan) со встроенным микрофоном. Для записи видео использовали камеру Sony HDR-CX240E (Sony Group Corporation, Minato, Tokyo, Japan). Ультразвуковой и звуковой микрофоны удерживали над зоной проведения опыта на высоте 20-30 см, что обеспечивало высокое соотношение сигнал/шум при записи. Камера находилась на высоте 40-45 см. Записи каждого опыта были сохранены как отдельные wav-файлы, один для ультразвуковой записи и один для звуковой записи, видеозаписи сохранялись в формате MP4.

Анализ данных. В обработку было включено 29 тестов с хорошим качеством видеозаписи и низким количеством шума в записях звуковых и ультразвуковых сигналов. Видеозаписи отсматривали в программе Mediaplayer (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) звук был включен для отсечки начала теста, для описания поведения животных звук отключали. Для каждого теста было обработано 88 секунд записей на стадии А и 88 секунд записей на стадии В.

При анализе звукозаписей мы регистрировали наличие или отсутствие сигнала каждого типа в течение каждой секунды. На стадии В (два животных в тесте) наличие сигналов отмечали для двух животных одновременно, поскольку невозможно было понять, кто из двух животных кричит. В одну секунду могли присутствовать разные типы звуковых и ультразвуковых сигналов, но максимально возможное число регистраций для сигнала каждого типа на каждой стадии теста составляло 88.

Из 8 типов сигналов, описанных нами ранее для обыкновенной слепушонки [10], в данном исследовании были отмечены шесть. Среди звуковых сигналов (ниже 20 кГц) в данном исследовании были отмечены бульк, писк и вопль. Бульк – это тональный, короткий сигнал с низкой основной частотой (0,57-1,31 кГц), который обычно издавался сериями. Вопль – одиночный тональный сигнал высокой интенсивности, с наибольшей среди всех звуковых сигналов длительностью, высокими значениями основной частоты (1,19-2,41 кГц) и смещенной на более высокие частоты энергией звука. Писк – одиночный тональный сигнал, имеющий промежуточные значения основной частоты (1,04-2,03 кГц) и длительности между бульками и воплями.

Среди ультразвуковых сигналов (выше 20 кГц) подъемный сигнал характеризовался средними значениями основной частоты (23,5-36,8 кГц) и повышающимся контуром, издавался сериями. Высокочастотный сигнал имел наибольшие значения основной частоты – выше 47 кГц. Вариативный по значениям основной частоты был близок к подъемному (29,4-36,9 кГц), имел самую небольшую продолжительность, чаще всего имел плоский контур и не издавался сериями. Сигнал на границе ультразвукового и звукового диапазонов имел наименьшую продолжительность, издавался поодиночке, а показатели его основной и пиковой частот имели промежуточные значения между звуковым и ультразвуковым диапазонами.

При анализе видеозаписей поведение фокальных животных фиксировали методом временных срезов 1 раз в секунду. Таким образом, для каждой стадии теста мы получали 88 регистраций поведения. На основании поведения одной особи на стадии А или комбинации поведения двух слепушонок на стадии В выделяли три поведенческих контекста:

1. «Беспокойство» – хотя бы один из двух зверьков демонстрирует следующие формы поведения: прыжки на стенки ведра, попытки выбраться из экспериментальной установки, бег по кругу.

2. «Мирное взаимодействие» (только для стадии В) – назальные и аноназальные контакты, перелезания друг через друга и любые другие контакты животных, не сопровождающиеся беспокойством ни одной особи; агрессивных взаимодействий между особями не было отмечено.

3. «Спокойствие» – ни одно животное не проявляет беспокойство, нет никаких взаимодействий между особями.

Статистический анализ. Статистический анализ проводился с помощью STATISTICA 8.0. Различия считались значимыми при $p<0,05$.

Для каждого типа сигнала мы рассчитали, отдельно для стадий А и В, вероятность его издавания одной слепушонкой за одну секунду. Этот показатель (далее – «вероятность издавания сигнала») определялся как доля 1-секундных интервалов, в которых зарегистрирован данный сигнал, от общего числа 1-секундных интервалов (88), деленный на 2 в случае стадии В (два животных в тесте).

Мы использовали дисперсионный анализ для повторных измерений (Repeated measures ANOVA), чтобы сравнить вероятность издавания сигналов между двумя стадиями. Тип опыта (А-В и В-А) был введен в анализ как межгрупповой фактор. В этом анализе мы анализировали только те типы акустических сигналов, которые были отмечены на обеих стадиях тестов. Это были звуковые бульк и писк и ультразвуковые высокочастотный, подъемный и вариативный. Значения вероятностей предварительно логарифмировали.

Для сравнения вероятности издавания акустических сигналов между тремя поведенческими контекстами мы также использовали дисперсионный анализ для повторных измерений. Поведенческий контекст был введен в анализ как внутригрупповой фактор с тремя уровнями. Этот анализ проводили только для стадии В, так как на стадии А акустическая активность животных оказалась очень низкой, и для 16 тестов, в которых были представлены все три типа поведенческих контекстов.

Для оценки значимости попарных сравнений в полученных результатах использовали тест Тьюки.

Результаты и обсуждение. Вероятность издавания звуковых сигналов типа *бульк* была значительно выше на стадии В, чем на стадии А ($F_{1,27}=106,75$, $p<0,001$), независимо от типа опыта ($F_{1,27}=0,66$, $p=0,42$, взаимодействие: $F_{1,27}=0,65$, $p=0,425$) *(рисунок 1)*.

Вероятность регистрации *высокочастотного ультразвукового сигнала* не показала значимых различий ни между типами теста ($F_{1,27}=0,003$, $p=0,95$), ни между двумя стадиями теста, ($F_{1,27}=0,7$, $p=0,4$). Взаимодействие этих факторов также не оказывало влияния на вероятность ($F_{1,27}=0,005$, $p=0,94$) *(рисунок 1)*.

На вероятность регистрации *вариативных ультразвуковых сигналов* оказывала значимое влияние стадия теста ($F_{1,27}=6,24$, $p=0,02$). На стадии В вероятность изданных вариативных ультразвуков была значительно выше, чем на стадии А. Влияния типа опыта не было обнаружено ($F_{1,27}=2,1$, $p=0,16$), как и совместного влияния факторов ($F_{1,27}=2,53$, $p=0,12$) *(рисунок 1)*.

Подъемные ультразвуковые сигналы и *писки* были отмечены только на стадии В *(рисунок 1)*.

Значимое влияние поведенческого контекста на вероятность регистрации выявлено для трех типов акустических сигналов – *булька*, *писка* и *подъемного (таблица 1)*. Все эти типы сигналов значительно чаще издавались при мирных контактах, чем в других поведенческих контекстах *(таблица 1)*. При этом между спокойным состоянием особей и беспокойством значимых различий в вероятности издавания не было обнаружено ни для одного типа звуковых или ультразвуковых сигналов *(таблица 1)*.

В нашем исследовании отмечено преобладание издавания сигналов типа *бульк*, *писк* и *подъемный* на стадии теста В, где присутствовало двое животных. Большая часть работ, направленных на изучение вокального репертуара или описание разных типов звуковых и ультразвуковых сигналов грызунов с описанием поведенческого контекста, обращают внимание именно на сигналы во время взаимодействий двух или более особей, или во время тестов при дискомфорте для животного [14-16]. Однако при описании вокального репертуара разных видов грызунов, отмечают отсутствие сигналов, издаваемых одиночными особями. При этом в подобных исследованиях изучали как социальные виды (Heterocephalidae [17, 18], Bathyergidae [19-21]), так и одиночные (Geomyidae [22], Ctenomyidae [23], Arvicolinae [24]).

В целом, для многих видов подземных грызунов найдены контактные звуковые сигналы [17-19, 21, 25-27]. Среди всех изученных с точки зрения вокального репертуара видов подземных грызунов, контактных сигналов нет лишь у гофера *Geomys breviceps* [22], для которого характерен одиночный образ жизни, и трех изученных социальных видов туко-туко рода *Ctenomys* [16, 28]. В нашем исследовании мы предполагаем подобный контекст у звукового сигнала типа *бульк*.

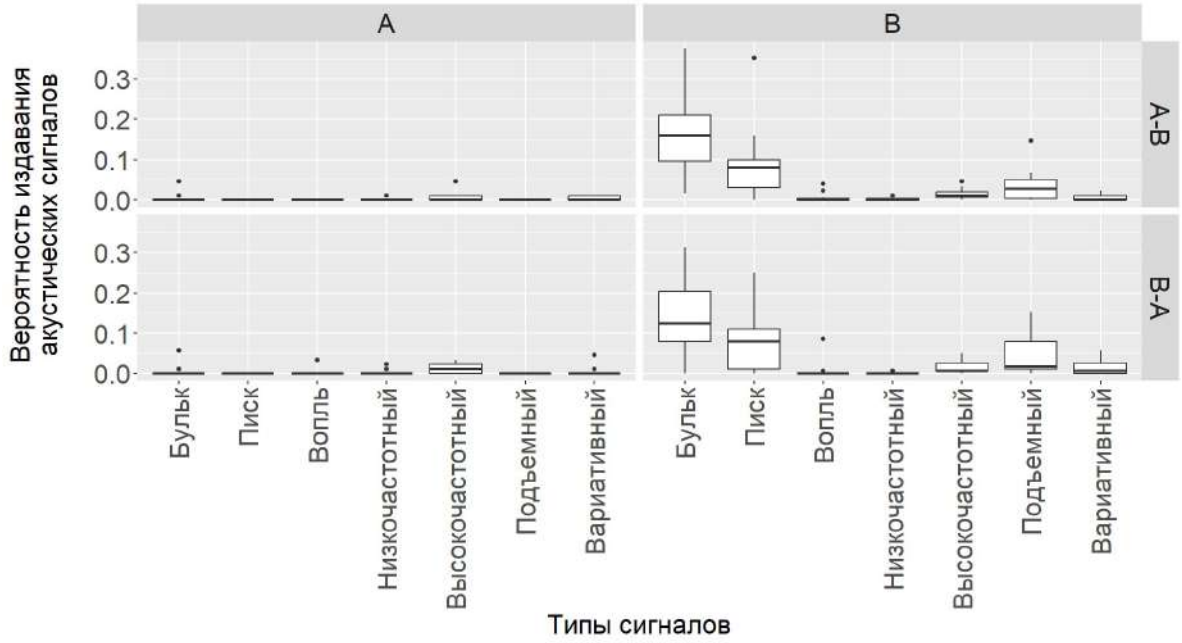


Рисунок 1. Вероятность издавания сигнала одним животным за 1 секунду. А – стадия опыта с одним животным, В – стадия опыта с двумя животными. А-В и В-А означает тип теста. Горизонтальная линия обозначает медиану, бокс – квартили, вертикальная линия – максимальные и минимальные значения, точки – выбросы.

Ультразвуковые сигналы подземных грызунов известны только для обыкновенной слепушонки [29]. При этом у представителей Полевковых широко представлены сигналы в ультразвуковом диапазоне, но до сих пор контексты ультразвуковых вокализаций не включали вокализации во время мирных взаимодействий животных, кроме экспериментов с родственными прерийными полевками (*Microtus ochrogaster*) [30]. По нашим результатам, мы предполагаем, что *подъемный* ультразвуковой сигнал имеет контактное значение для слепушонки.

Таблица 1

Средние величины (X +- SD) вероятности встречаемости разных типов акустических сигналов на стадии В тестов в разных поведенческих контекстах и результаты сравнения с помощью rmANOVA

Типы поведения / Сигнал	Мирные контакты	Спокойствие	Беспокойство	rmANOVA
Булькъ	46,62±25,56[a]	16,91±20,28[a,d]	17,1±15,99[a,d]	$F_{2,30}$=19,21 **p<0,001**
Писк	29,21±20,21[a]	8,16±8,09[a,d]	12,33±15,73[a,d]	$F_{2,30}$=13,37 **p<0,001**
Высокочастотный	7,42±10,49[d]	3,53±4,35[d]	6,00±15,35[d]	$F_{2,30}$=0,58 p=0,57
Подъемный	16,83±15,74[a]	2,11±3,39[a,d]	2,16±5,54[a,d]	$F_{2,30}$=12,71 **p<0,001**
Вариативный	1,93±5,19[d]	1,93±3,84[d]	0,57±1,59[d]	$F_{2,30}$=0,75 p=0,48

Примечание. Разные верхние индексы указывают на статистически различные значения (Тест Тьюки: a – p<0,001, d – p не значимо).

Таким образом, мы подтвердили предварительные предположения [10] о том, что *подъемные* ультразвуковые сигналы представляют собой контактные сигналы во время мирных взаимодействий между особями у обыкновенной слепушонки, так же, как и звуковые *бульки*. *Писки* также оказались более характерны для мирных взаимодействий особей. *Высокочастотный* сигнал слепушонка часто издавала в ситуациях с высоким уровнем

дискомфорта [10] и в нашем исследовании данный тип сигнала не показал связи с конкретным поведенческим контекстом. *Вариативный* ультразвуковой сигнал требует дальнейшего более подробного рассмотрения.

Благодарности. *Мы хотим выразить благодарность Сморкачевой А.В., Бергалиеву А.М., Никоновой В.Р., Наумовой А.Е., Рудык А.И., Вдовиной М.Ю., Володиному И.А., Володиной Е.В. и сотрудникам лесничества Дьяковского лесхоза и национального парка «Дьяковский лес» за помощь и поддержку на всех этапах проведения данного исследования, работы с материалом и написания рукописи.*

Исследования проведены при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 23-24-00142).

Список литературы

1. Никольский А.А. Звуковые сигналы млекопитающих в эволюционном процессе / Под ред. Б.П. Мантейфель, В.Н. Орлов. Москва: Наука, 1984. 202 с.

2. Иваницкий В.В. Коммуникация у животных: теории и факты // Поведение животных и человека: сходства и различия. Пущино: ОНТИ Науч. центра биол. исслед. АН СССР, 1989. С. 124-141.

3. Yurlova D.D., Volodin I.A., Ilchenko O.G., Volodina E.V. Rapid Development of Mature Vocal Patterns of Ultrasonic Calls in a Fast-Growing Rodent, the Yellow Steppe Lemming (*Eolagurus Luteus*) // PLoS ONE. 2020. Vol. 15(2). P. 1-24.

4. Nikol'skii A.A., Suchanova M.V. Individual variability of alarm call in steppe marmot (*Marmota bobac* Mull., 1776) // Actual problems of marmots investigation. Moscow: ABF Publishing House, 1994. P. 169-181.

5. Charrier A., Martinez D., Monette R., Comas T., Movileanu R., Py C., Denhoff M., Kranti A., Mealing G. Cell placement and guidance on substrates for neurochip interfaces // Biotechnol Bioeng. 2010. Vol. 105 (2). P. 368-73.

6. Володин И.А. Структурно-функциональная организация внутривидового разнообразия вокального поведения млекопитающих и птиц: Автореф. дис. … д-ра биол. наук (03.02.04) / МГУ им. Ломоносова, Биологический факультет. Москва, 2013. 49 с.

7. Titze I.R. Generation and propagation of sound // Principles of voice production. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1994. P. 112-135.

8. Riede T. Stereotypic laryngeal and respiratory motor patterns generate different call types in rat ultrasound vocalization / J Exp Zool A Ecol Genet Physiol. 2013. Vol. 319 (4). P. 213-224.

9. Евдокимов Н.Г. Популяционная экология обыкновенной слепушонки. Екатеринбург, 2001. 144 с.

10. Dymskaya M.M., Volodin I.A., Smorkatcheva A.V., Rudyk A., Volodina E.V. Field experiments disclose acoustic variation of sonic and ultrasonic calls in a subterranean rodent, the northern mole vole *Ellobius talpinus* // J Mamm. 2024. In press.

11. Schleich C., Francescoli G. Three Decades of Subterranean Acoustic Communication Studies // Rodent Bioacoustics; Dent M.L., Fay R.R., Popper A.N., Eds.; Springer Handbook of Auditory Research; Springer International Publishing: Cham, 2018. Vol. 67. P. 43-69.

12. Чибилев А.А. Лик степи. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1990. 191 с.

13. Голов Б.А. Ловушка-живоловка на слепушонку // Бюл. МОИП: Отд биол. 1954. Т. 59(5). С. 95-96.

14. Brooks R.J., Banks E.M. Behavioural biology of the collared lemming (*Dicrostonyx groenlandicus* Trail): An analysis of acoustic communication // Anim. Behav. Monograph, 1973. 83 с.

15. Giannoni S.M., Márquez R., Borghi C.E. Airborne and substrate-borne communications of *Microtus* (*Terricola*) *gerbei* and *M.* (*T.*) *duodecimcostatus* // Acta Theriol. 1997. Vol. 42(2). P. 123-141.

16. Francescoli G. A preliminary report on the acoustic communication in uruguayan *Ctenomis* (Rodentia, Octodontidae): basic sound types // Bioacoustics. 1999. Vol. 10(2-3). P. 203-218.

17. Pepper J.W., Stanton H.B., Lacey E.A., Sherman P.W. Vocalization of the naked mole-rat // The biology of the naked mole-rat – Princeton, New Jersey: Princeton Univ Press., 1991. P. 243-274.

18. Barker A.J., Koch U., Lewin G.R., Pyott S.J. Hearing and vocalizations in the naked mole-rat // The Extraordinary Biology of the Naked Mole-Rat. Advances in Experimental Medicine and Biology. Cham: Springer, 2021. Vol. 1319. P. 157-195.

19. Credner S., Burda H., Ludescher F. Acoustic communication underground: vocalization characteristics in subterranean social mole-rats (*Cryptomys sp.*, Bathyergidae) // J. Comp. Physiol. A. 1997. Vol. 180. P. 245-255.

20. Vanden Hole C., Van Daele P.A.A.G., Desmet N., Devos P., Adriaens D. Does sociality imply a complex vocal communication system? A case study for *Fukomys micklemi* (Bathyergidae, Rodentia) // Bioacoustics. 2014. Vol. 23. P. 143-160.

21. Dvořáková V., Hrouzková E., Šumbera R. Vocal repertoire of the social Mashona mole rat (*Fukomys darlingi*) and how it compares with other mole rats // Bioacoustics. 2016. Vol. 25. P. 253-266.

22. Devries M.S., Sikes R.S. Vocalisations of a North American subterranean rodent *Geomys breviceps* // Bioacoustics. 2008. Vol. 18. P. 1-15.

23. Schleich C.E., Busch C. Acoustic signals of a solitary subterranean rodent *Ctenomys talarum* (Rodentia: Ctenomyidae): physical characteristics and behavioural correlates // J Ethol. 2002. Vol. 20. P. 123-131.

24. Kapusta J., Kruczek M. Ultrasonic reaction of bank vole males to the presence of females varying in hormonal activity // Ethology. 2016. Vol. 122. P. 468-480.

25. Veitl S., Begall S., Burda H. Ecological determinants of vocalisation parameters: the case of the coruro *Spalacopus cyanus* (Octodontidae), a fossorial social rodent // Bioacoustics. 2000. Vol. 11. P. 129-148.

26. Yosida S., Kobayasi K.I., Ikebuchi M., Ozaki R., Okanoya K. Antiphonal vocalization of a subterranean rodent, the naked mole-rat (*Heterocephalus glaber*) // Ethology. 2007. Vol. 113. P. 703-710.

27. Okanoya K., Yosida S., Barone C.M., Applegate D.T., Brittan-Powell E.F., Dooling R.J., Park T.J. Auditory-Vocal Coupling in the Naked Mole-Rat, a Mammal with Poor Auditory Thresholds // J Comp Physiol A. 2018. Vol. 204 (11). P. 905-914.

28. Zache K.C., Silveira L.M., Francescoli G., Ochotorena de Freitas T.L. Description of the sound diversity of two species of tuco-tucos (*Ctenomys torquatus* and *Ctenomys lami*) in natural environment // BioRxiv. 2021. Preprint.

29. Volodin I.A., Dymskaya M.M., Smorkatcheva A.V., Volodina, E.V. Ultrasound from underground: cryptic communication in subterranean wild-living and captive northern mole voles (*Ellobius talpinus*) // Bioacoustics. 2022. Vol. 31. P. 414-434.

30. Ma S.T., Resendez S.L., Aragona B.J. Sex differences in the influence of social context, salient social stimulation and amphetamine on ultrasonic vocalizations in prairie voles // Integr. Zool. 2014. Vol. 9. P. 280-293.

УДК 595.7
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-403-408

ЭНТОМОФАУНА СТЕПНОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ИСТОКИ РЕКИ Б. ВЯЗОВКА»

ENTOMOFAUNA OF THE STEPPE REGIONAL NATURAL MONUMENT "SOURCES OF THE BOLSHAYA VYAZOVKA RIVER"

*Дюжаева И.В.[1], **Любвина И.В.[2], ***Мишустина Д.А.[1]
*Dyuzhaeva I.V.[1], **Lyubvina I.V.[2], ***Mishustina D.A.[1]

[1]Самарский университет, Самара, Россия
[2]Жигулёвский заповедник, Жигулёвск, Россия
[1]Samara University, Samara, Russia
[2]Zhiguli Natural Reserve, Zhigulyovsk, Russia

E-mail: *dyuzhaeva@mail.ru, **lyubvina58@mail.ru, ***alekseymischustin@yandex.ru

Аннотация. Впервые получены сведения о составе энтомофауны степного регионального памятника природы «Истоки реки Б. Вязовка», в пределах которого обнаружено 370 видов насекомых из 12 отрядов и 115 семейств. Наибольшим числом видов оказались представлены 5 отрядов насекомых: Diptera (116 видов), Coleoptera (107 видов), Hymenoptera (49 видов), Heteroptera (37 видов) и Orthoptera (17 видов). Приведены сведения о типах питания выявленных видов. На примере Diptera охарактеризовано биотопическое распределение выявленных видов в пределах памятника. Зоогеографический анализ показал преобладание видов с широкими ареалами (45,3%) и ареалами гиадийского комплекса (44,7%), доля видов тетийского комплекса составила 10,5%. Представлены 19 видов насекомых новых для территории Самарской области с аннотациями к каждому виду. Выявлен комплекс редких, нуждающихся в охране и «краснокнижных» видов, обитающих на данной территории. Дана оценка антропогенного воздействия на ряд видов насекомых. Полученные результаты носят предварительный характер, но свидетельствуют о высокой природоохранной ценности данной территории и необходимости организации мониторинга и разработки мер по усилению ее охраны.
Ключевые слова: степной памятник природы, энтомофауна, новые виды.

Abstract. Data were obtained on the structure of entomofauna in the steppe regional natural monument "Sources of the Bolshaya Vyazovka River" for the first time. Within it 370 species of insects from 12 orders and 115 family were revealed. The largest number of species was represented by five orders of insects: Diptera (116 species), Coleoptera (107 species), Hymenoptera (49 species), Heteroptera (37 species), and Orthoptera (17 species). Information on the types of insect nutrition of the identified species was also provided. The biotopic distribution of the identified species within the natural monument was characterized using representatives of Diptera as an example. Zoogeographic analysis showed the predominance of species with widespread ranges (45.3%) and ranges of the Hyadian Palaearctic complex. The share of species from the Tethyan complex reaches 10.5%. Nineteen species of insects are new to the territory of the Samara region and we are present their annotations. A range of rare species in need of conservation, as well as red-listed species inhabiting this territory were identified. An assessing anthropogenic impacts on some insect species was given. The results obtained are preliminary, but specify the high conservation significance of this natural monument and the need to organize monitoring and develop measures to strengthen its protection.
Key words: steppe natural monument, entomofauna, new species.

Введение. Региональный памятник площадью 94,6 га, созданный в 1989 г., расположен в 0,8 км западнее поселка Дубовки Красноармейского района Самарской области. Территория представляет собой истоки р. Большой Вязовки, впадающей в р. Чапаевку. Они располагаются в плоской балке среди холмов Общего Сырта.

Плоская балка, вытянутая с севера на юг, покрыта довольно разнообразной растительностью от прибрежно-водной и лугово-болотной до степной. Прибрежно-водные сообщества занимают днище и нижние участки склонов балки, в них доминируют рогозы (*Typha latifolia* & *angustifolia*), тростник (*Phragmites australis*), камыш озерный (*Scirpus lacustris*), горец земноводный (*Polygonum amphibium*), жерушник болотный (*Rorippa palustris*), клубнекамыш морской (*Bolboschoenus maritimus*), осока острая (*Carax acuta*).

Несколько дальше от водотока располагаются луговые сообщества с доминированием лисохвоста лугового (*Alopecurus pratensis*), костреца безостого (*Bromopsis inermis*), клевера

лугового (*Trifolium pratense*) и амории ползучей (*Amoria repens*), пырея ползучего (*Elytrigia repens*), пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare*), цикория обыкновенного (*Cichorium intybus*), подорожника большого и среднего (*Plantago major & media*).

Верхние части склонов балки заняты разнотравно-типчаковыми и разнотравно-ковыльными степями [1]. Имеются участки байрачных и колковых лесов, на склонах местами присутствуют заросли степных кустарников. Устьевая часть балки перегорожена дамбой, образующей пруд.

В составе флоры отмечены виды из Красной книги Самарской области, такие, как рябчик русский (*Fritellaria ruthenica*), тюльпан Биберштейна (*Tulipa bibersteiniana*), ирис низкий (*Iris pumila*), астрагал волжский (*Astragalus wolgensis*) и другие [2].

На территории памятника отмечено несколько видов птиц и млекопитающих, но практически отсутствуют опубликованные сведения по энтомофауне этого объекта.

Несмотря на природоохранный статус территории повсюду отмечаются следы пастьбы скота, засорения территории рудеральной растительностью и нарушения гидрологического режима. При наличии значительной антропогенной нагрузки в пределах памятника природы выявлено 7 видов насекомых, внесенных в Красные книги Российской Федерации и Самарской области, ранее здесь на отмечавшихся, и 3 редких вида [3], что делает актуальным расширение и продолжение исследований по энтомофауне данной особо охраняемой территории регионального значения.

Материалы и методы. В данном сообщении обобщены данные по анализу энтомологических сборов, осуществленных авторами в течение полевых сезонов 2022-2023 гг. (с апреля по сентябрь). Использовались традиционные методики: кошение энтомологическим сачком травостоя, кустарников и нижней части крон деревьев, сбор в почвенные и в кроновые ловушки.

Общий объем сборов составил около 1500 экз. имаго насекомых. Материал в дальнейшем монтировался и определялся в основном до вида. Из определения были исключены мелкие насекомые таких групп, как трипсы, равнокрылые (кроме большинства Cicadinea), мелкие Hymenoptera-Parasitica, а также личинки насекомых. Полученные данные носят предварительный характер, но уже позволили выявить ряд видов, ранее в Самарской области не отмечаемых или редких.

Основная часть. Таксономический анализ сборов позволил выявить 370 видов насекомых из 12 отрядов, 115 семейств и 278 родов. При этом было проанализировано около 90% объема совокупного сбора. Наибольшим числом видов оказались представлены (в порядке убывания) следующие 5 отрядов насекомых: Diptera (116 видов), Coleoptera (107 видов), Hymenoptera (49 видов), Heteroptera (37 видов) и Orthoptera (17 видов). Из остальных отрядов насекомых выявлено от 1 до 15 видов *(таблица 1)*. На уровне семейств наибольшее разнообразие выявлено в уже упомянутых 4 отрядах: Diptera (33 семейства), Coleoptera (30 семейств), Hymenoptera (13 семейств), Heteroptera (9 семейств). Наибольшее число родов среди выявленных видов представлено в отрядах Coleoptera, Diptera, Heteroptera и Hymenoptera, что также отражено в *таблице 1*; в ней же приведены сведения о типах питания имаго выявленных видов насекомых (в целом по 346 видам из всех представленных в сборах отрядов).

По числу видов среди Heteroptera преобладает семейство Miridae (13 видов из 10 родов). Для Coleoptera характерно наибольшее разнообразие выявленных видов в семействах Chrysomelidae (18 видов из 9 родов) и Curculionidae (17 видов из 14 родов). В отряде Hymenoptera по числу выявленных видов преобладают семейства Andrenidae и Halictidae из надсемейства Apoidea (по 8 видов соответственно из 1 и 7 родов). В целом в разных отрядах насекомых из совокупного сбора в большинстве семейств идентифицировано небольшое число видов (от 1 до 6), что свидетельствует о неполноте сборов.

В более многочисленных сборах двукрылых наиболее представлены семейства Muscidae (17 видов), Tachinidae и Dolichopodidae (по 12 видов), беднее – Asilidae (9), Syrphidae (8) и Chloropidae (6 видов). По 5 видов в семействах Stratiomyidae, Tephritidae и Anthomyiidae. Остальные семейства представлены 1-2 видами двукрылых каждое.

Анализ типов питания имаго и личинок насекомых с неполным превращением Hemimetabola не представляет трудностей, так как совпадает у обеих стадий жизненного цикла.

Личинки прямокрылых, равнокрылых, растительноядных видов клопов, чешуекрылых являются фитофагами, как и имаго. У богомолов, стрекоз, верблюдок и сетчатокрылых личинки хищничают, как имаго. Но в крупнейших отрядах Holometabola (Coleoptera, Hymenoptera,

Diptera) типы питания личинок и имаго отличаются, часто весьма резко. В данном сообщении более подробный анализ пищевых предпочтений личинок и имаго представлен только для отряда Diptera, из которого выявлено наибольшее число видов в совокупном сборе насекомых.

Таблица 1

Таксономический состав насекомых в совокупном сборе с территории памятника природы «Истоки реки Б. Вязовка» (2022-2023 гг.) и типы питания имаго

Отряды насекомых	Всего семейств	Всего родов	Всего видов	Число видов с определенным типом питания (в% от общего их числа в отряде)			
				Хищники	Фитофаги и антофаги	Смешанное питание	Афаги
Mantodea	1	1	1	1 (100%)	-	-	-
Orthoptera	4	14	17	2 (11,8%)	9 (52,9%)	6 (35,3%)	-
Ephemeroptera	1	1	1	-	-	-	1 (100%)
Odonata	4	5	9	9 (100%)	-	-	-
Homoptera	9	15	15	-	15 (100%)	-	-
Heteroptera	9	33	37	2 (5,4%)	34 (91,9%)	1 (2,7%)	-
Coleoptera	30	83	107	23 (22,5%)	70 (64,5%)	14 (13,0%)	-
Raphidioptera	1	1	1	1 (100%)	-	-	-
Neuroptera	2	3	3	3 (100%)	-	-	-
Lepidoptera	8	14	14	-	14 (100%)	-	-
Hymenoptera	13	32	49	14 (28,6%)	1 (2,0%)	34 (69,4%)*	-
Diptera**	33	76	116	27 (23,3%)***	34 (29,3%)	55 (47,4%)	-
Всего	115	278	370	82 (22,2%)	177 (47,8%)	110 (29,7%)	1 (0,3%)

* – в эту группу мы включили паразитоидов в стадии имаго, питающихся как антофаги;

** – анализ по питанию имаго двукрылых сделан для 92 видов из 116;

*** – к хищникам отнесли также виды двукрылых – гематофагов в стадии имаго.

На личиночной стадии развития среди выявленного комплекса двукрылых преобладают хищники (53,4% от всех выявленных видов), паразиты беспозвоночных (17,3%) и сапрофаги (13,8%). Меньшую долю составляют фитофаги (12,0%), копрофаги (2,6%) и мицетофаги (0,9%).

Среди имаго преобладают виды с неспецифической сапрофагией (питание свободными жидкостями) – 47,4%, антофаги (29,3%) и хищники (21,6%), гематофаги в сборах составили всего 1,7% от всех выявленных видов (таблица).

Биотопическое распределение выявленных видов насекомых в пределах изучаемого памятника природы охарактеризовано на примере отряда Diptera, представленного в совокупном сборе максимальным количеством видов (116). Двукрылые оказались разнообразны во всех типах обследованных биотопов.

Наибольшее видовое разнообразие двукрылых (51 вид, или 44% от всех выявленных видов) отмечено в различных степных биотопах (типчаково-ковыльные, типчаково-полынные, ковыльно-разнотравные). Здесь встречаются ксерофильные южные виды: все виды ктырей (*Aneomochtherus flavipes* (Meigen, 1820), *Cerdistus graminicola* Lehr, 1967, *Dioctria atricapilla* Meigen, 1804, *D. flavipennis* Meigen, 1820 и другие), *Timia melanorrhina* (Loew, 1866) (Ulidiidae), *Musca vitripennis* Meigen, 1826 (Muscidae), *Dexia rustica* (Fabricius, 1775) (Tachinidae) и другие.

На степных участках с кустарниковыми зарослями (миндаль, спирея) отмечено всего 10 видов (8,6%), среди них *Systoechus gradatus* (Wiedemann, 1820) и *Bombylius undatus* Mikan, 1796 (Bombyliidae), *Phthiria canescens* Loew, 1846 (Phthiriidae), *Myopa dorsalis* Fabricius, 1794 (Conopidae) и другие.

На разнотравных и опушечных лугах нами отмечено 25 видов (21,6%) – это *Tipula lunata* L. (Tipulidae), *Sciophila varia* (Winnertz, 1863) (Mycetophilidae), *Homoneura tesquae* (Becker, 1895) и *Homoneura interstincta* (Fallén, 1820) (Lauxaniidae), *Peleteria rubescens* (Robineau – Desvoidy,

1830) и *Zeuxia brevicornis* (Egger, 1860) (Tachinidae), *Tomosvaryella geniculata* (Meigen, 1824) (Pipunculidae) и другие.

Приблизительно такое же разнообразие – 22 вида (19%) было отмечено на увлажнённых биотопах по дну балки с зарослями тростника, осоки и ситника. Здесь были встречены *Psacadina vittigera* (Schiner, 1864) (Sciomyzidae), *Norellisoma spinimanum* (Fallén, 1819) (Scatophagidae), *Melieria picta* (Meigen, 1826) (Otitidae), *Limnospila albifrons* (Zetterstedt, 1849) (Muscidae), *Chlorops troglodytes* (Zetterstedt, 1848), *Calamoncosis minima* (Strobl, 1893) и *Cryptonevra flavitarsis* (Meigen, 1830) (Chloropidae), *Dolichopus agilis* Meigen, 1824 и *Dolichopus plumitarsis* Fallén, 1823 (Dolichopodidae).

На территории памятника природы есть участки с рудеральной растительностью (например, заросли чертополоха). На этих участках разнообразие двукрылых обеднено, нами встречено всего 8 видов (6,9%) – *Chrysotoxum festivum* (Linnaeus, 1758) (Syrphidae), *Eriothrix rufomaculatus* (De Geer, 1776) (Tachinidae) и другие.

Зоогеографический анализ обнаруженных в пределах памятника природы видов насекомых выполнен с использованием данных по 333 видам из 12 отрядов. Представлено множество типов ареалов: от космополитного до понтического. Доля видов с широкими ареалами (космополитным, плюрирегиональным, голарктическим, транспалеарктическим и трансевразиатским) составила от анализируемого числа видов 45,3% (151 вид). К гиадийскому комплексу ареалов (западнопалеарктический, западноевразиатский, центральноевразиатский, амфиевразиатский, евросибирский и европейский типы ареалов) относится 44,7% (149 видов). Доля видов тетийского комплекса (средиземноморско-туранский, средиземноморский, туранский, понтический и скифский типы ареалов) составляет 10,5% (35 видов).

Всего таких видов обнаружено 23, они относятся к 7 отрядам. Все выявленные впервые и редкие виды насекомых относятся к хортобионтному комплексу.

Проведенные исследования энтомофауны памятника природы «Истоки реки Б. Вязовка», несмотря на их предварительный характер, позволили выявить впервые для территории Самарской области 19 видов насекомых, а также обнаружить 4 редких в регионе вида. Их перечень с краткими аннотациями к каждому виду представлен ниже.

Отряд Orthoptera:

Conocephalus dorsalis (Latreille, 1804) (Tettigoniidae) – мечник короткокрылый, скифский степной вид, распространенный от зап. Европы до юга Зап. Сибири; на север вид продвигается до 56-58 градусов с.ш., на юг – до Крыма, Зап. Кавказа, Турции и Казахстана. Впервые отмечен в Самарской области. Известен из Оренбуржья [4].

Отряд Odonata:

Lestes macrostigma (Eversmann, 1836) (Lestidae) – лютка крупноглазковая, или темная, западно-евразиатский вид, распространенный в Саратовской, Волгоградской и Астраханской областях. На север проникает до Среднего Поволжья, способен развиваться в различных стоячих водоемах, включая загрязненные и солоноватые [5]. В литературе указывался для Самарской области [6]; нами обнаружен в регионе впервые.

Отряд Homoptera:

Anoterastemma ivanoffi (Lethierry, 1876) (Cicadellidae), западнопалеарктический вид, распространенный на юге европейской части России, часто во влажных биотопах или на солончаках. Фитофаг ситников *Juncus sp*. Встречается в Оренбургском заповеднике [7]. Впервые отмечен для Самарской области, где, видимо, распространен локально.

Euconomelus lepidus (Boheman, 1847) (Delphacidae), распространен от Зап. Европы, Кавказа, Казахстана и Средней Азии до Центральной Якутии, Монголии и Дальнего Востока. Фитофаг осок, встречающийся на влажных и часто солоноватых лугах с ситниками и осоками. В Самарской области вид ранее не отмечался.

Trypetimorpha fenestrata Costa, 1862 (Tropiduchidae) – вид и семейство, к которому он относится, впервые отмечены в составе энтомофауны Самарской области. В пределах России встречается на юго-востоке ее европейской части, в низовьях Днепра и на Кавказе. Является фитофагом злаков, типичным хортобионтом.

Caliscelis wallengreni (Stål, 1863) (Caliscelidae), вид распространен в Зап. Европе и на юге европейской части России, трофически и топически связан с зарослями тростника обыкновенного. В Самарской области обнаружен впервые; возможно, это самая восточная точка его распространения.

Отряд Coleoptera:

Oedemera croceicollis (Gyllenhal, 1827) (Oedemeridae), ярко окрашенный лугово-степной вид узконадкрылок, распространенный в средней полосе Зап. Европы и в европейской части России. Имаго – типичные антофаги травяного яруса, личинки развиваются в стеблях трав. В Самарской области встречается спорадично. Пока нам известна находка из Кинельского района в локальном местообитании лугового типа. Территория памятника природы «Истоки реки Б. Вязовка» – второй локалитет в Самарской области.

Cryptocephalus connexus Olivier, 1807 (Chrysomelidae) – скрытоглав связанный, или выпуклый, редкий степной вид со средиземноморским типом ареала. Фитофаг морковника *Silaum silaus* из зонтичных. Ранее отмечался в пределах Ульяновской и Самарской областей [8]. Наши находки, кроме Красноармейского района, сделаны в Безенчукском и Приволжском районах.

Отряд Lepidoptera:

Hesperia comma (Linnaeus, 1758) – толстоголовка-запятая (Hesperidae), в настоящее время вид является редким в Самарской области, хотя имеет огромный голарктический ареал. Лет имаго происходит в июле-августе. Гусеницы развиваются на злаках и других травах.

Отряд Hymenoptera:

Amblyjoppa fuscipennis (Wesmael, 1845) (Ichneumonidae), один из самых крупных наездников-ихневмонид региона. Распространен от центральных и юго-восточных районов европейской части России через Кавказ, Казахстан и Среднюю Азию до Восточной Сибири и Сахалина. Обнаружен в пределах изучаемого памятника природы, что является первой находкой для Самарской области. Является паразитом крупных бражников.

Lindenius albilabris (Fabricius, 1793) (Crabronidae), евразиатский степной вид, проникающий в ирано-туранский регион; эврибионт. Хищник, охотится на клопов-слепняков (Miridae) и мух, в основном из сем. Chloropidae. Известен из Ульяновской области [9]. В Самарской области найден впервые.

Oxybelus quattuordecimnotatus Jurine, 1807 (Crabronidae), транспалеарктический вид мелких ос-крабронид. Активно ловит мух в полете; гнезда устраивает в земле. В Среднем Поволжье известен из Ульяновской области [9]. В Самарской области обнаружен впервые.

Halictus tetrazonianellus Strand, 1909 (Halictidae), широко распространенный палеарктический представитель Apoidea, широкий полилект-антофаг. Населяет всю Европу, вплоть до Башкирии. В Самарской области это первая находка вида.

Lasioglossum xanthopus (Kirby, 1802) (Halictidae), широко распространенный западнопалеарктический вид, распространенный в Сев. Африке, Европе, Передней и Средней Азии и Казахстане, в Центральной Азии. Отмечен в Северной Америке. Антофаг-полилект, одиночный моновольтинный вид, имаго летают летом. Гнезда – в земле. Характерен для Среднего Поволжья [9], но в Самарской области ранее не отмечался. Присутствует в энтомофауне Оренбуржья [4].

Stelis simillima F. Morawitz, 1876 (Megachilidae) – паразитический вид пчел-мегахил, питающийся расплодом в гнездах мегахилы *Lithurgus cornutus*. Широко распространен в Европе. В Самарской области ранее не отмечался.

Отряд Diptera (восемь видов из выявленного нами комплекса двукрылых оказались впервые отмечены для энтомофауны Самарской области):

Sciophila varia (Winnertz, 1863) (Mycetophilidae), европейский вид, распространён на северо-западе и юге (Крым) европейской части РФ и в Западной Европе. Личинки развиваются в шляпочных грибах (*Hydnum, Doedalea, Boletus*), имаго – сапрофаги, обитатели лесных биотопов.

Dysmachus bifurcus (Loew, 1848) (Asilidae), европейский вид, распространён на юго-западе европейской части РФ и в Западной Европе. Характерен для травянисто-кустарниковых сообществ с обилием злаков.

Medetera veles Loew, 1861 (Dolichopodidae), распространён на северо-западе и в средней полосе европейской части РФ, на севере Западной Европы и в Северной Америке; ареал близок к бореально-голарктическому. Имаго – хищники мелких беспозвоночных, личинки хищничают под корой деревьев, питаясь личинками жуков-короедов.

Medetera tenuicauda Loew, 1857 (Dolichopodidae), европейский вид, распространён в центре и на юге европейской части РФ и в средней полосе и на юге Западной Европы. Биология сходна с биологией предыдущего вида.

Calamoncosis minima (Strobl, 1893) (Chloropidae), распространён на северо-западе и юге европейской части РФ и в Западной Европе, а также в Сибири и южном Приморье. Ареал температный амфиевразиатский (с разрывом в центральной Палеарктике), вид связан с интразональными увлажненными биотопами. Личинки держатся группами в стеблях тростника (*Phragmites communis*), иногда в галлах *Lipara lucens* Mg.

Cryptonevra flavitarsis (Meigen, 1830) (Chloropidae), распространён на северо-западе и юге европейской части РФ и в Западной Европе, а также в Казахстане, на юге Сибири и в Египте. Вид имеет западноцентральнопалеарктический ареал. Биология вида сходна с предыдущим.

Psilopa stackelbergi Nartschuk, 1970 (Ephydridae) – европейский вид, распространён на северо-западе России. Имаго питаются свободными жидкостями, личинки минируют листья маревых.

Musca vitripennis Meigen, 1826 (Muscidae) – западноцентральнопалеарктический вид, распространён в центре и на юге европейской части РФ, на Кавказе и в Закавказье, а также в Туркмении, средней полосе и на юге Западной Европы, в Северной Африке и Западной Азии. Имаго питаются свободными жидкостями, личинки – копрофаги.

Заключение. Новые для Самарской области или редкие в регионе виды насекомых в основном относятся к видам из тетийского комплекса ареалов, связанным с различными вариантами степных биотопов и нуждаются в пристальном внимании за их состоянием. Именно степные участки в пределах территории памятника природы «Истоки реки Б. Вязовка» испытывают наибольшую антропогенную нагрузку: вытаптывание скотом, локальные пожары и палы, рекреационная нагрузка, замусоривание территории, прокладка временных грунтовых дорог и т.п. Так, нами отмечено очень малое количество шмелей и многих видов одиночных пчел, гнездящихся в полых стеблях травянистых растений. Их гнезда очень часто уничтожаются прогоняемым через охраняемую территорию скотом или локальными возгораниями травы.

Полученные предварительные результаты изучения энтомофауны степного регионального памятника природы «Истоки реки Б. Вязовка» однозначно свидетельствуют о высокой природоохранной ценности его территории и о необходимости продолжения исследования комплекса насекомых данной территории, организации мониторинга ее и разработки мер по усилению ее охраны.

Список литературы

1. Голубая книга Самарской области: Редкие и охраняемые гидробиоценозы / Под ред. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберга, С.В. Саксонова. Самара: СамНЦ РАН, 2007. 200 с.

2. Особо охраняемые природные территории регионального значения Самарской области: материалы Государственного кадастра / Мин-во лесного хозяйства, охраны окруж. среды и природопользования Самарской области: [Авт. Д.В. Афанасьев, Н.В. Власова, И.В. Дюжаева, Д.А. Коржев и др.; сост. А.С. Паженков]. Самара: ООО «Офорт», 2013. 502 с.

3. Мишустина Д.А. Находки редких видов насекомых на территории регионального памятника природы «Истоки реки Большая Вязовка» (Самарская область) // Научные труды национального парка «Хвалынский»: сб. науч. ст. Саратов: ООО «Амирит», 2023. Вып. 15. С. 223-229.

4. Немков В.А. Энтомофауна степного Приуралья (история формимрования и изучения, состав, изменения, охрана). М.: Издательский дом «Университетская книга», 2011. 316 с.

5. Онишко В.В., Костерин О.Э. Стрекозы России: Иллюстрированный атлас-определитель. М.: Фитон XXI, 2021. 480 с.

6. Скворцов В.Э. Стрекозы Восточной Европы и Кавказа: Атлас-определитель. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 623 с.

7. Ануфриев Г.А. Раннелетняя фауна цикадовых (Insrcta, Homoptera, Cicadina) Оренбуржского Приуралья // Заповедное дело: проблемы охраны и экологической реставрации степных экосистем: материалы междунар. конф. Оренбург: ИПК «Газпромпечать», 2004. С. 66-68.

8. Исаев А.Ю. Определитель жесткокрылых Среднего Поволжья (часть III. *Polyphaga – Phytophaga*). Ульяновск: Изд-во «Вектор-С», 2007. 256 с. (Серия «Природа Ульяновской области», вып. 14).

9. Благовещенская Н.Н. Биоэкология жалящих перепончатокрылых Ульяновской области (опылителей растений и энтомофагов – защитников урожая). Ульяновск: Симбирская книга, 1997. 232 с.

УДК 57.045
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-409-414

ИЗМЕНЕНИЕ ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТЕПНЫХ РАСТЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОРОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

CHANGES IN THE WATER RETENTION CAPACITY OF STEPPE PLANTS DEPENDING ON OROGRAPHIC CONDITIONS

[1]Евдокименкова М.И., [2]Смирнова Л.Г., [3]Кувшинова А.А., [4]Гринева А.В., [5]Тычинин Д.С.
[1]Evdokimenkova M.I., [2]Smirnova L.G., [3]Kuvshinova A.A., [4]Grineva A.V., [5]Tychinin D.S.

ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», Белгород, Россия
FGBSI "Belgorod FASC RAS", Belgorod, Russia

E-mail: [1]marinazaharova27082007@mail.ru, [2]lidya.smirnova@yandex.ru, [3]kyvana@mail.ru, [4]grineva.alena235@mail.ru, [5]denist.88@mail.ru

Аннотация. Адаптационные приспособления растений зависят от внешних факторов среды и вызывают в растительном организме значительные изменения. На любое стрессовое действие растение отвечает защитно-приспособительной реакцией, содержащей как общие, так и специфические процессы. Сущность адаптации заключается в перестройке свойств растительного организма к условиям произрастания и проявляется в виде физиолого-биохимических, морфологических или репродуктивных изменений. Сопоставление реакций растения на дифференцированные условия местообитания помогает выявить значение для него тех или иных экологических факторов этого местообитания. Когда изменение среды заходит за рамки напряженности факторов, которые растение способно вынести, его существование в таком местообитании прекращается. При этом ответ растений на одни и те же внешние факторы среды не одинаков в разные этапы онтогенеза, также есть разница между представителями одного и того же вида и сорта растений. По результатам исследований водоудерживающей способности растений, произрастающих на участке «Ямская степь» заповедника «Белогорье» с учетом микрозональности установлена зависимость между данным показателем и содержанием продуктивной влаги в почве.

Ключевые слова: растения, водоудерживающая способность, склон, засухоустойчивость, орографические условия.

Abstract. The adaptive adaptations of plants depend on external environmental factors and cause significant changes in the plant organism. The plant responds to any stressful action with a protective and adaptive reaction containing both general and specific processes. The essence of adaptation is the restructuring of the properties of the plant organism to the growing conditions and manifests itself in the form of physiological, biochemical, morphological or reproductive changes. Comparing the reactions of a plant to differentiated habitat conditions helps to identify the importance of certain environmental factors of this habitat for it. When a change in the environment goes beyond the intensity of the factors that the plant is able to tolerate, its existence in such a habitat ceases. At the same time, the response of plants to the same external environmental factors is not the same at different stages of ontogenesis, there is also a difference between representatives of the same species and variety of plants. According to the results of studies of the water-retaining ability of plants growing in the Yamskaya Steppe section of the Belogorye Reserve, taking into account the microzonality, the dependence between this indicator and the content of productive moisture in the soil has been established.

Key words: plants, water retention capacity, slope, drought resistance, orographic conditions.

Введение. Опасное явление засухи в большей степени обусловлено действием метеорологических факторов. Исследованиями ученых определено, что на появление засухи оказывают влияние крупномасштабные механизмы, связанные с режимом климатической изменчивости и отклонениями температуры поверхности океана [1-4].

Согласно данным Росгидромета, в Центральном Федеральном Округе (ЦФО) в летний период экстремальное отклонение температуры составило +3,42°С, отмечен сильный дефицит осадков, 76% нормы. В ряде областей наблюдались атмосферные засухи, в целом установлено, что потепление в ЦФО идет со скоростью +0,59°С/10лет [5].

В условиях стресса у растений в первую очередь снижается оводненность тканей, происходит процесс перераспределения воды в клетке, увеличивается содержание трудно доступной влаги и быстро снижается количество слабосвязанной. Из-за низкой подвижности воды ингибируются процессы метаболизма, но одновременно растет водоудерживающая способность тканей и устойчивость растений к неблагоприятным воздействиям. При этом

изменение водного режима у слабоустойчивых растений значительно выше, нежели чем у устойчивых форм [6].

Существует множество методов для оценки засухоустойчивости растений. Одним из самых распространенных считается водоудерживающая способность листьев, ее определяют на взрослых растениях по фазам вегетационного развития. Водоудерживающая способность характеризует свойство растений удерживать воду в своих клетках на протяжении длительного времени. Чем медленнее в растительных клетках расходуется вода, тем выше его водоудерживающая способность, и в этом случае растение может противостоять засушливым условиям более продолжительный срок. Для надежности данный показатель лучше отслеживать в динамике, в условиях усиления засухи. При этом устойчивые растения отличаются тем, что их механизм удержания воды действует более длительное время [7].

Сравнение анатомических параметров и водного потенциала растений в различных условиях среды позволяет определить механизмы адаптации растений к условиям с недостаточным увлажнением [8]. Водоудерживающая способность растений находится в тесной зависимости от условий местообитания [9]. Использование параметров водного режима листьев растений позволяет выявить зоны различные по экологическим факторам, поскольку интенсивность водоудерживающей способности является отражением условий произрастания растений, характера и скорости роста, взаимоотношений между компонентами [10].

Адаптационные приспособления растений зависят от внешних факторов среды и вызывают в растительном организме значительные изменения. На любое стрессовое действие растение отвечает защитно-приспособительной реакцией, содержащей как общие, так и специфические процессы [11]. Сущность адаптации заключается в перестройке свойств растительного организма к условиям произрастания и проявляется в виде физиолого-биохимических, морфологических или репродуктивных изменений [12].

Специфические реакции растений на изменяющееся условия окружающей среды позволяют установить степень влияния на него тех или иных экологических факторов. Реакция растений на естественное изменение среды может выражаться в преобразовании обмена веществ со средой, в трансформации внутриклеточного метаболизма, в биохимических и коллоидных превращениях, в модификации морфологических и анатомических признаков, физиологических процессов, а также взаимоотношения с другими видами растений и др. Когда экологические условия выходят за рамки напряженности факторов, которые растение способно вынести, его существование в таком местообитании прекращается. При этом ответная реакция растений на одни и те же внешние факторы среды не одинакова в разные этапы онтогенеза, также существует разница между представителями растений внутри одного вида или даже сорта [13].

Целью данного исследования является установление динамики водоудерживающей способности некоторых видов осок и злаков Ямской степи в зависимости от орографических условий местообитания.

Методика. Ямской участок лежит в пределах Среднерусской лесостепной провинции и Осколо-Донецкого мелового лесистого района. Ямская степь занимает площадь в 566 га и находится в 8 км от г. Губкина Белгородской области. На участке сохраняется южный вариант ковыльно-разнотравно-луговой степи.

Ямская степь находится в зоне умеренного увлажнения. Годовая сумма осадков (570 мм) превышает величину годового испарения (408 мм). Грунтовые воды залегают на глубине 12-14 м, и почвы увлажняются за счет атмосферных осадков. Запасы влаги пополняются в осенне-зимне-весенний период. Большую роль в пополнении запасов влаги играют осенние осадки. Почвенный покров представлен черноземом типичным тучным мощным тяжелосуглинистым. Материнскими породами, подстилающими чернозем, являются лессовидные суглинки. На территории заповедника наибольшее распространение получили склоны различной крутизны и экспозиции. Исследования проводили на прибалочных склонах юго-западной и северо-восточной экспозиции, крутизна которых варьирует от 1°до 4-5°. Наблюдается микрозональная дифференциация склонов, где выделяются микрозоны верхней части, средней части, нижней части склона и подножье склона.

Для установления динамики водоудерживающей способности некоторых видов осок и злаков в зависимости от микрозональности разноэкспонированных склонов растительные образцы отбирали на площадках размером 0,25 м² по транссектам от плакорных участков вниз по склону в зависимости от выделенных микрозон экспозиции. Было выделено пять микрозон, где проводили отбор растений на склоне северо-восточной экспозиции: СВ – плакор (СВ1),

СВ – верхняя часть склона (СВ-2), СВ – средняя часть склона (СВ-3), СВ – нижняя часть склона (СВ-4) и СВ – подножье склона (СВ-5) и склоне юго-западной экспозиции: ЮЗ – плакор (ЮЗ1), ЮЗ – верхняя часть склона (ЮЗ-2), ЮЗ – средняя часть склона (ЮЗ-3), ЮЗ – нижняя часть склона (ЮЗ-4) и ЮЗ – подножье склона (ЮЗ-5). Растительные образцы отбирали по двум фазам развития злаковых растений, в период образования трубки и на этапе цветения. Среди отобранных растений преобладали осоки *Carex michelii, Carex praecox* и злаки *Bromopsis riparia*, *Poa angustifolia*, *Elytrigia repens*, *Stipa tirsa.*

Содержание продуктивной влаги в почве рассчитывали по формуле:

$$W=W_v \times h \times d_v, \quad (1)$$

где W – общая влажность, мм; W_v – влажность в %; h – толщина слоя почвы, см; d_v – объемная плотность почвы.

$$W_{д.а.в.}=ОВ-ВЗ, \quad (2)$$

где $W_{д.а.в.}$ – запасы продуктивной влаги, мм; ОВ – общая влага, мм; ВЗ – влажность завядания, мм [14].

Запасы продуктивной влаги определяли в прикорневом слое глубиной 30 см и оценивали по шкале:

Хорошие запасы продуктивной влаги	более 40 мм
Удовлетворительные запасы продуктивной влаги	20-40 мм
Неудовлетворительные запасы продуктивной влаги	менее 20 мм

Для определения водного режима исследуемых растений Ямской степи, отбор проводился в естественных условиях в утренние часы. Для анализа брали растения с площадки 0,25 м² в трехкратной повторности, их взвешивали и помещали в термошкаф (температура 20-30°С), через определенные промежутки времени (2, 4 ч) взвешивали повторно и доводили до постоянной массы при температуре 105 С. Потеря воды за время увядания связана с водоудерживающей способностью, т.е. со способностью тканей листьев удерживать определенное количество воды. Чем меньше потеря воды, тем выше водоудерживающая способность, которая определяется по формуле:

$$x = \frac{B \times 100}{A}, \quad (3)$$

где х – потеря воды исследуемым объектом за данный промежуток времени (2, 4 ч), % к первоначальному содержанию ее в листе; А – содержание воды на начало опыта, г; В – потеря воды за определенный промежуток времени при завядании, г [12, 15]. По шкале оценки водного режима листьев устанавливали засухоустойчивость растений [16]:

Оценка засухоустойчивости	Потеря воды листьями после увядания, %	Средняя потеря воды листьями за 1ч увядания, %
Низкая	50,1 и более	11,1 и более
Средняя	30,1-50,0	10,1-11,0
Высокая	До 30,0	До 10,0

Результаты и обсуждение. Согласно полученным данным влажности почвы, отобранной в период от начала трубкования и до цветения злаковых растений в прикорневом слое до 30 см, выявили, что потеря влаги за данный период составила в среднем 6%. Поскольку вода в почве не всегда находится в доступной форме для растений, были проанализированы запасы продуктивной влаги *(рисунок 1)*.

Согласно полученным данным на 29.06.2022 г. почва на исследуемых микрозонах была недостаточно влажной, а в некоторых микрозонах прослеживается даже водный дефицит. Минимальный запас доступной почвенной влаги зафиксирован в верхней части юго-западного склона (ЮЗ-2) 10,25 мм, в других микрозонах отмечено умеренное содержание продуктивной влаги в среднем 25,19 мм. На северо-восточном склоне условия среды сложились таким образом, что на плакоре, в верхней части склона (СВ-2) и у его подножья (СВ-5) установлен наименьший запас влаги 16,86 мм, при этом на средней части склона этот параметр составил 23,15 мм. Данные показатели подтверждают, что на момент цветения растений, наибольший водный дефицит зафиксирован в условиях северо-восточного склона. Вполне естественно, что в мае запасы продуктивной влаги превышают показатели, полученные в июне для северо-восточного склона в среднем на 28,93 мм, для юго-западного – в среднем 19 мм.

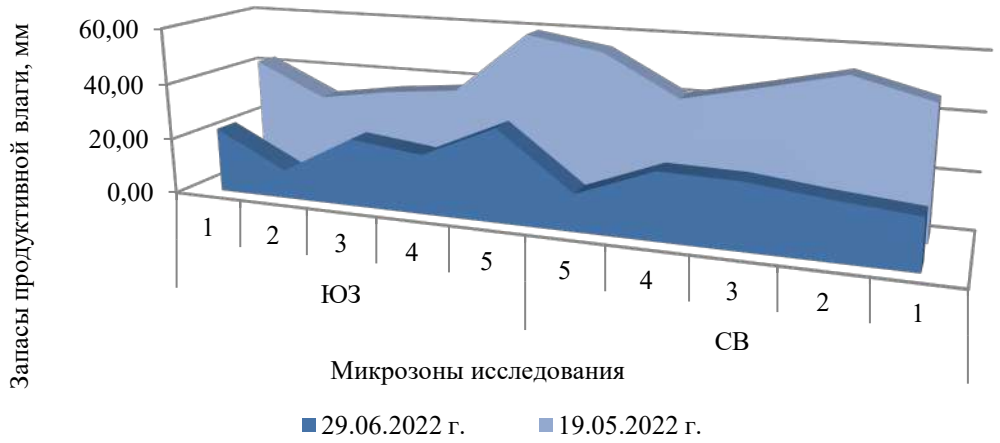


Рисунок 1. Запасы продуктивной влаги в почве на юго-западном и северо-восточном склонах участка «Ямская степь», 2022 г.

Водоудерживающая способность находится в тесной обратной корреляционной зависимости от наличия доступной влаги в почве, особенно в засушливых условиях (r=-0,7). В первой фазе роста при достаточно увлажненной почве растения имеют хороший водный потенциал в средней части и у подножья юго-западного склона. На плакоре и в верхней части северо-восточного склона, потеря воды растениями не превышает в среднем 27%. В других микрозонах растениям свойственна средняя водоудерживающая способность, при которой водоотдача варьирует в пределах 32,08-46,77% *(рисунок 2)*.

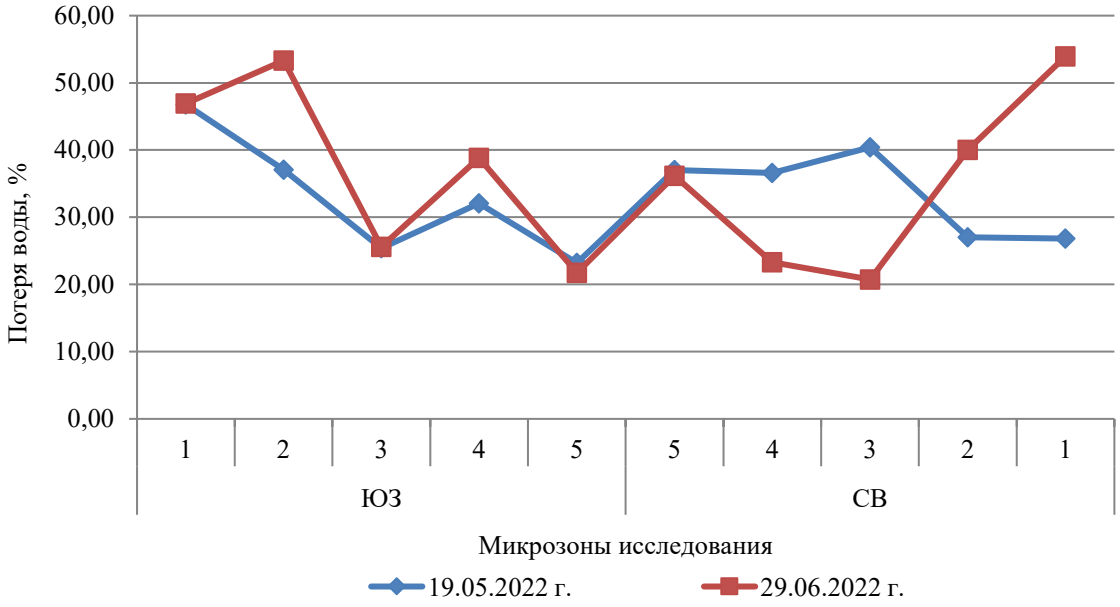


Рисунок 2. Средняя потеря воды исследуемыми растениями на юго-западном и северо-восточном склонах участка «Ямская степь», 2022 г.

Во второй фазе развития злаковых растений отмечались более засушливые условия, исследуемые растения имели низкую водоудерживающую способность в верхней части юго-западного склона и у подножья северо-восточного склона с критическим показанием потери воды 53,62%. Хорошими водоудерживающими свойствами обладали растения, произрастающие в средней части и у подножья юго-западного склона, в средней и нижней частях северо-восточного склона, потеря воды для них не превышала 25,57%. В других микрозонах исследования у исследуемых растений выявлена средняя водоудерживающая способность с потерей воды в диапазоне 38,82-46,95%.

Высокие значения водоудерживающей способности характеризуют засухоустойчивые свойства растений. Для надежности данного показателя его определяют в динамике, в ходе усиления засухи. Растения, способные удерживать воду более длительное время, отличаются своей устойчивостью к засушливым условиям [9].

При переходе от одной фазы развития к другой, за период исследования, прирост водоудерживающей силы листьев отмечен у растений средней и нижней частей северо-восточного склона на 19,68% и 13,29% соответственно. Также в крайних точках соприкосновения обоих склонов отмечено небольшое превышение по этому показателю в среднем на 1,17% *(рисунок 3)*.



Рисунок 3. Динамика потери воды исследуемыми растениями на юго-западном и северо-восточном склонах участка «Ямская степь» между определениями 19.05.2022 г. и 29.06.2022 г.

На плакоре и в средней части юго-западного склона у растений отмечен незначительный спад водоудерживающей способности на 0,19%. В нижней части склона этот показатель снижается на 6,74%. Максимальное понижение водоудержания зафиксировано у растений на плакоре северо-восточного склона 27,11%. В верхней части для обоих склонов установлено увеличение потери воды в среднем на 14,63%.

Заключение. Таким образом, исследуемые растения Ямской степи реагируют на изменение внешних факторов среды по орографическому признаку. В условиях с недостаточным увлажнением растения отвечают повышением своей водоудерживающей способности. Было установлено, что в летний период при определении показателей потери воды исследуемые растения на северо-восточном склоне характеризовались наименьшими значениями испарившейся влаги, нежели чем на юго-западном склоне. В средней и нижней частях склона исследуемые растения отличаются высокой засухоустойчивостью, их оводненность увеличивается в среднем на 16,49%. У подножья склона было отмечено незначительное превышение по данному признаку 0,87%, но даже небольшая разница указывает на ответную реакцию растений, как устойчивых к засушливым условиям среды. Также у подножья юго-западного склона растения имели хороший водный потенциал, превышающий показания предыдущего отбора проб на 1,47%. Но на плакоре и в средней части данного склона у растений зафиксировано понижение водоудерживающей способности в среднем на 0,19%, что подтверждает влияние стресс-фактора засухи на данном участке. В других микрозонах юго-западного склона зафиксировано резкое понижение водного потенциала растений в пределах 13,04-27,11%, что подчеркивает усиление фактора засухи и затрудняет благоприятное развитие растений.

Список литературы

1. Володин Е.М. О природе некоторых сверхэкстремальных аномалий летней температуры // Сб. докладов совместного заседания Президиума Научно-технического совета Росгидромета и Научного совета РАН «Исследования по теории климата Земли». «Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года». М.: Триада ЛТД, 2011. С. 48-57.

2. Schubert S.D., Suarez M.J., Pegion P.J., Koster R.D., Bacmeister J.T. Causes of long-term drought in the U.S. Great Plains // J. Climate. 2004. No 17. P. 485-503.

3. Seager R., Kushnir Y., Herweijer C., Naik N., Miller J. Modeling of tropical forcing of persistent droughts and pluvial over western North America: 1856-2000. 2005 // J. Climate. 2005. No 18. P. 4065-4088.

4. Черенкова Е.А. Количественные оценки атмосферных засух в Федеральных Округах Европейской территории России // Известия РАН. Серия географическая, 2013. № 6. С. 76-85.

5. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2021 год / Отв. ред. д.г.н., проф. Г.М. Черногаева. Росгидромет. 2022. С.8-16.

6. Удовенко Г.В., Гончарова Э.А. Влияние экстремальных условий внешней среды на структуру урожая сельскохозяйственных растений. Л.: Гидрометеоиздат, 1982. 144 с.

7. Некрасов Е.И., Ионова Е.В. Водоудерживающая способность сортов озимой мягкой пшеницы при различных условиях выращивания // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 3(23). С. 122-130.

8. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Высшая школа, 2005. 736 с.

9. Попович В.В. Водоудерживающая способность растительности в зоне влияния свалок // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2018. Т. 4. № 1. С. 88-96.

10. Беляева Ю.В. Результаты исследования водоудерживающей способности листовых пластинок *Betula Pendula* Roth, произрастающей в условиях антропогенного воздействия (на примере г. о. Тольятти) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 5 (5). С. 1654-1659.

11. Генкель П.А. Жаро- и засухоустойчивость растений. М.: Наука, 1982. 280 с.

12. Гончарова Э.А. Водный статус культурных растений и его диагностика / Под ред. акад. В.А. Драгавцева. СПб.: ВИР, 2005. 112 с.

13. Шенников А.П. Экология растений: Учебник для студентов биолого-почвенных факультетов государственных университетов. М.: Государственное издательство «Советская наука», 1950. 376 с.

14. Вадюнина А.Ф., Корчагина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.

15. Жанг Доанг Хоанг, Тохтарь В.К. Исследование засухоустойчивости перспективных для интродукции видов *Momordica charantia* L. и *M. Balsamina* L. (Cucurbitageae) // Научные ведомости. Серия Естественные науки. 2011. № 9(104). Вып. 1. С. 43-47.

16. Добренькова Л.Г. Засухоустойчивость сортов земляники ананасной в условиях северо-запада РСФСР и Краснодарского края // Каталог мировой коллекции ВИР. Л., 1989. Вып. 502. 20 с.

УДК 581.526.53(571.150)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-415-420

ЦЕНОТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ ЗАКАЗНИКА КРАЕВОГО ЗНАЧЕНИЯ «РУБЦОВСКАЯ СТЕПЬ» (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)

CENOTIC DIVERSITY OF STEPPE COMMUNITIES OF THE REGIONAL RESERVE "RUBTSOVSKAYA STEPPE" (ALTAI KRAI)

Елесова Н.В.
Elesova N.V.

Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия
Altai State University, Barnaul, Russia

E-mail: elesovanv@mail.ru

Аннотация. Приводятся материалы по флоре и растительности комплексного заказника краевого значения «Рубцовская степь» (Егорьевский, Рубцовский районы, Алтайский край). Флора содержит 284 вида высших сосудистых растений, в том числе 13 редких видов, занесенных в Красную книгу Алтайского края: *Adonis volgensis*, *Paeonia hybrida*, *Lepidium suffruticosum*, *Tamarix laxa*, *Saussurea robusta*, *Leusea serratuloides*, *Iris glaucescens*, *Tulipa patens*, *Allium pallasii*, *Stipa pennata*, *S. zalesskii, S. lessingiana*, *Eremurus altaicus.* Из них два вида растений занесены в Красную книгу Российской Федерации: *Paeonia hybrida*, *Stipa zalesskii*. Растительность представлена настоящими и опустыненными степями, суходольными и гигрофильными солонцеватыми лугами, водными, болотными, солончаковыми сообществами, зарослями степных кустарников, образованных *Caragana frutex*, *C. arborescens*, *Spiraea hypericifolia*, *Spiraea crenata*, *Rosa majalis*. По берегам Рубцовского магистрального канала встречаются заросли *Elaeagnus angustifolia* и ивняки, образованные *Salix viminalis* и *S. cinerea*. Лесные сообщества представлены двумя березово-осиновыми колками на берегах озера Соленое (*Betula pendula, B. alba, Populus tremula*).

Ключевые слова: заказник, Рубцовская степь, флора, растительность, Красная книга, Алтайский край.

Abstract. Materials on the flora and vegetation of the complex reserve of regional significance "Rubtsovskaya Steppe" (Egoryevsky, Rubtsovsky districts of Altai Krai) are provided. The flora contains 284 species of higher vascular plants, including 13 rare species from the Red Book of Alta Krai: *Adonis volgensis, Paeonia hybrida, Lepidium suffruticosum, Tamarix laxa, Saussurea robusta, Leusea serratuloides, Iris glaucescens, Tulipa patens, Allium pallasii, Stipa pennata, S. zalesskii, S. lessingiana, Eremurus altaicus*. The vegetation is represented by true and desert steppes, upland and hygrophilic solonets meadows, aquatic, swamp, and saline communities, and thickets of steppe shrubs, formed by *Caragana frutex*, *C. arborescens*, *Spiraea hypericifolia*, *Spiraea crenata*, *Rosa majalis*. Along the banks of the Rubtsovsky main canal, there are thickets of narrow-leaved Russian olive (*Elaeagnus angustifolia*) and willows formed by *Salix viminalis* and *S. cinerea*. Forest communities are represented by two birch-aspen forests on the shores of Lake Solenoye (*Betula pendula*, *B. alba*, *Populus tremula*).

Key words: reserve, Rubtsovskaya steppe, flora, vegetation, Red Book, Altai Krai.

Введение. Алтайский край – крупный регион (168 тыс. км^2) на юго-востоке Западной Сибири. Большая часть территории края располагается в пределах степной и лесостепной зон. В результате распашки целинных и залежных земель в 60-х годах прошлого века резко сократились площади степных сообществ, оставшиеся участки сильно изменены выпасом, поэтому сохранение и восстановление степных ценозов в составе системы ООПТ края становится первостепенной задачей.

Материалы и методы. Государственный природный комплексный заказник краевого значения «Рубцовская степь» располагается в Егорьевском и Рубцовском районах юго-западной части Алтайского края в пределах крупного степного массива в комплексе с озерами, болотами и лугами *(рисунок 1)*.

Территория заказника имеет большое значение для сохранения биоразнообразия степей: здесь представлены обширные участки перистоковыльных, тырсоковыльных, лессингоковыльных степей, закустаренных разнотравно-злаковых степей, суходольных и гигрофильных солонцеватых лугов, кермеково-селитряно-полынных сообществ с большим количеством редких и исчезающих видов растений. Площадь заказника 22630 га.

В 2021 г. сотрудниками кафедры ботаники Алтайского государственного университета, заповедника «Тигирецкий», общественной организации «Экологический актив» проведено обследование растительного покрова изучаемой территории, Изучение растительности

осуществлялось на маршрутах и полустационарно, использовались общепринятые геоботанические методики: заложение эколого-фитоценотических профилей и пробных площадей [2, 3]. Выделение классификационных единиц выполнено с использованием доминантных признаков [4-7]. Всего было выполнено 42 геоботанических описания, собрано более 400 листов гербария. Названия растений приведены в соответствии с новейшими сводками по флоре Сибири [8].



Рисунок 1. Карта-схема комплексного заказника краевого значения «Рубцовская степь на территории Алтайского края [1].

По геоботаническому районированию А.В. Куминовой, Т.В. Вагиной, Е.И. Лапшиной [9], растительность заказника относится к Южно-Кулундинскому безлесно-степному округу подпровинции Кулундинской степи. Почвенный покров представлен светло-каштановыми почвами в комплексе с солонцами и солончаками.

Цель работы – оценка современного состояния растительного покрова степных сообществ на территории заказника.

Результаты и обсуждение. Растительный покров на целинных участках представлен настоящими типчаково-ковыльными обедненными степями и зарослями степных кустарников. Также есть небольшие участки опустыненных степей, вокруг степных озер распространены солонцеватые бескильницевые луга и солонцово-солончаковая растительность. На старых залежах восстанавливаются луговые и степные сообщества. В понижениях у водоемов встречаются низинные болота и тростниковые заросли.

Флора заказника включает 284 вида высших сосудистых растений, относящихся к 187 родам и 54 семействам. В составе флоры 13 видов редких растений: *Adonis volgensis* Steven, *Paeonia hybrida* Pallas, *Limonium suffruticosum* (L.) O. Kuntze, *Tamarix laxa* Willd, *Saussurea robusta* Ledeb., *Rhaponticum serratuloides* (Georgi) Bobr., *Iris glaucescens* Bunge, *Tulipa patens* Agardh ex Schult. et Schult., *Allium pallasii* Murray, *Stipa pennata* L., *S. zalesskii* Wilensky, *S. lessingiana* Trin. et Rupr., *Eremurus altaicus* (Pallas) Steven) [10]. Из них два вида *Paeonia hybrida*, *Stipa zalesskii* занесены в Красную книгу Российской Федерации [11].

Степи

Шалфеево-подорожниково-ковыльная степь **(**N51°24,079' E81°01,207' Алтайский кр., Рубцовский р-н, в 4,5 км на с-з от п. Зерно, h 222 м).

Доминанты сообщества: *Salvia stepposa* Schost., *Plantago urvilleii* Opiz, *Stipa pennata*. Общее проективное покрытие (ОПП) 60-65%, травостой из 3 подъярусов. Первый подъярус высотой 80 см образован *Stipa capillata* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth и др., второй подъярус 55 см – *Salvia stepposa*, *Stipa pennata*, *Senecio erucifolius* L. и др. Третий подъярус 10 см

формируют *Fragaria viridis* (Duch.) Weston., *Potentilla humifusa* Willd. ex Schlecht, подорожники и др. Злаки представлены 4 видами: *Stipa pennata*, *S. capillata*, *Calamagrostis epigeios*, *Elytrigia repens* (L.) Nevski. Бобовые отсутствуют, разнотравье (15 видов) представлено: *Salvia stepposa*, *Plantago urvilleii*, *P. maior* L., *Senecio erucifolius, Fragaria viridis*, *Potentilla humifusa*, *Thymus marchallianus* Willd., *Galatella biflora* (L.) Nees, *Phlomis tuberosa* L., *Achillea asiatica* Serg., *Limonium gmelinii* (Willd.) O. Kuntze, *Saussurea salsa* (Pall) Spreng., *Veronica spicata* L., *Artemisia nitrosa* Web. ex Stechm., *Seseli ledebourii* G. Don fil.

Всего на 100 м^2 отмечено 19 видов высших сосудистых растений.

Клубнично-солодково-перистоковыльная степь **(**N51°24,079' E81°01,205' Алтайский кр., Рубцовский р-н, в 4,5 км на с-з от п. Зерно, h 222 м).

Доминанты сообщества: *Fragaria viridis*, *Glycyrrhiza uralensis* Fischer, *Stipa pennata*. ОПП 80%, травостой из 3 подъярусов. Первый подъярус высотой 65-70 см образован *Glycyrrhiza uralensis* и др., второй подъярус 40-45 см – *Stipa pennata*, *Salvia stepposa*, *Senecio erucifolius* и др. Третий подъярус 8-10 см формируют *Fragaria viridis*, *Potentilla humifusa*, *Anemone sylvestris* L. и др. Злаки представлены *Stipa pennata* и *Calamagrostis epigeios*, из бобовых присутствует *Glycyrrhiza uralensis*. Группа разнотравья (17 видов): *Peucedanum morissonii* Besser ex Sprengel, *Limonium gmelinii*, *Salvia stepposa*, *Senecio erucifolius*, *Saussurea salsa*, *Centaurea scabiosa* L., *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Eryngium planum* L., *Achillea asiatica*, *Erigeron acris* L., *Picris hieracioides* L., *Odontites vulgaris* Moench, *Euphrasia stricta* D. Wolff ex J. F. Lehm., *Fragaria viridis*, *Potentilla humifusa*, *Anemone sylvestris*, *Plantago urvilleii*, *Thymus marchallianus*. Всего на 100 м^2 отмечен 21 вид высших сосудистых растений.

Полынно-колосняково-типчаковая степь **(**N51°19,882' E80°57,429' Алтайский кр., Рубцовский р-н, в 4,5 км на с-з от п. Зерно, в 0,5 км от урочища «Озерки», h 229 м).

Аспект серебристый от *Artemisia nitrosa, A. austriaca* Jacq., желтоватый от *Leymus angustus* (Trin.) Pilger Доминанты сообщества: *Artemisia nitrosa*, *Leymus angustus*, *Festuca valesiaca* Gaudin. ОПП 50-55%, травостой из 3 подъярусов. Первый подъярус высотой 75-80 см образован *Leymus angustus*, второй подъярус 50 см – *Limonium gmelinii*, *Psathyrostachis juncea* (Fischer) Nevski и др., третий подъярус 23 см – *Festuca valesiaca*, *Poa angustifolia* L. Из злаков присутствуют: *Psathyrostachis juncea*, *Poa angustifolia*, *Leymus angustus*, *Festuca valesiaca*. Группа галофильного разнотравья: *Artemisia nitrosa*, *A. austriaca*, *Limonium gmelinii*, *Kochia prostrata* (L.) Schrader, *Suaeda salsa* (L.) Pall. Всего, на 100 м^2 отмечено 9 видов высших сосудистых растений.

Колосняково-типчаково-тырсоковыльная степь **(**N51°20,261' E80°55,879' Алтайский кр., Рубцовский р-н, в 9 км на с-з от п. Веселоярск, h 230 м). Доминанты сообщества: *Leymus angustus*, *Festuca valesiaca*, *Stipa capillata*. ОПП 70%, травостой из 3 подъярусов. Первый подъярус высотой 85-90 см образован *Stipa capillata*, *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gurldenst. и др., второй подъярус 40-45 см – *Poa angustifolia*, *Stipa pennata*, *Senecio jacobaea* L. и др. Третий подъярус 20 см формируют: *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata* (L.) Pers. и др. Из злаков присутствуют: *Leymus angustus*, *Stipa capillata*, *S. pennata*, *Poa angustifolia*, *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata*, бобовые отсутствуют. Группа разнотравья: *Krascheninnikovia ceratoides*, *Senecio jacobaea*, *Veronica spicata* L., *Limonium gmelinii*, *Carduus nutans* L. Всего, на 100 м^2 отмечено 11 видов высших сосудистых растений.

Типчаково-прутняково-тырсоковыльная степь (N51°17,951' E80°56,225' Алтайский кр., Рубцовский р-н, северный берег оз. Соленое, h 233 м). Доминанты сообщества: *Festuca valesiaca*, *Kochia prostrata*, *Stipa capillata*. ОПП 85%, травостой из 3 подъярусов. Первый подъярус 100 см образован *Stipa capillata*, *Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski и др., второй подъярус 30 см – *Festuca valesiaca*, *Kochia prostrata* и др. Третий подъярус 20 см формируют: *Iris glaucescens* Bunge, *Nonea rossica* Steven и др. Злаки представлены 6 видами: *Achnatherum splendens, Stipa capillata*, *Psathyrostachys juncea*, *Agropiron pectinatum* (Bieb.) Beauv., *Poa angustifolia*, *Festuca valesiaca*, из бобовых присутствует *Medicago falcata* L. Группа разнотравья: *Kochia prostrata*, *Iris glaucescens*, *Nonea rossica*, *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort., *Berteroa incana* (L.) DC. Травостой густой, много ветоши и подстилки из-за отсутствия выпаса и пожаров. Всего, на 100 м^2 отмечено 12 видов высших сосудистых растений.

Вокруг озера Соленого повсеместно распространены тырсоковыльные и перистоковыльные степи, есть участки опустыненных ломкоколосниково-прутняково-типчаковых степей (*Psathyrostachys juncea – Kochia prostrata – Festuca valesiaca*).

Ломкоколосниково-прутняково-типчаковая опустыненная степь (Алтайский кр., Рубцовский р-н, северный берег оз. Соленое, h 233 м). Доминанты сообщества: *Psathyrostachys*

juncea, *Kochia prostrata*, *Festuca valesiaca*. ОПП 75-80%, травостой из двух подъярусов. Первый подъярус высотой 80 см образован *Psathyrostachys juncea*, *Kraschenninnikovia ceratoides* и др., второй подъярус 25-30 см – *Kochia prostrata*, *Festuca valesiaca* и др. Злаки представлены 5 видами: *Stipa capillata*, *Psathyrostachys juncea*, *Agropiron pectinatum*, *Poa angustifolia*, *Festuca valesiaca*, из бобовых присутствует *Medicago falcata*. Группа разнотравья: *Kochia prostrata*, *Kraschenninnikovia ceratoides*, *Convolvulus arvensis* L., *Limonium gmelinii*. Всего, на 100 м^2 отмечено 10 видов высших сосудистых растений.

Чиевник кермеково-полынный **(**N51°16,000' E80°55,464' Алтайский кр., Рубцовский р-н, южный берег оз. Соленое, в 50 м от берега залива, h 225 м)**.**

Доминанты сообщества: *Achnatherum splendens*, *Limonium gmelinii*, *Artemisia nitrosa*. ОПП 55-60%, травостой из трех подъярусов. Первый подъярус высотой 190 см образован *Achnatherum splendens*, второй подъярус 55 см – *Limonium gmelinii*, *Artemisia nitrosa*, *Glycyrrhiza uralensis* и др. Третий подъярус 25 см формируют: *Odontites vulgaris*, *Suaeda salsa*, *Limonium coralloides* (Tausch) Lincz. Злаков 3 вида: *Achnatherum splendens*, *Leymus angustus*, *Puccinellia tenuissima* Litv. ex Krecz., из бобовых присутствует *Glycyrrhiza uralensis*. Группа разнотравья (6 видов): *Limonium gmelinii*, *L. suffruticosum* (L.) O. Kuntze, *Saussurea salsa*, *Artemisia nitrosa*, *Odontites vulgaris*, *Suaeda salsa*. Всего, на 100 м^2 отмечено 11 видов высших сосудистых растений.

Полынно-типчаково-тонконоговая опустыненная степь **(**N51°321.44 E80°71,140 Алтайский кр., Рубцовский р-н, в 8 км от п. Куйбышево, h 225 м). Доминанты сообщества: *Artemisia schrenkiana* Ledeb., *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata*. ОПП 55-60%, травостой из 2 подъярусов. Первый подъярус 35-40 см образован *Artemisia schrenkiana*, второй подъярус 18 см образуют *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata*, *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. и др. Злаки: *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata*, *Stipa lesingiana*, *S. capillata*. Бобовые отсутствуют, из разнотравья отмечены *Artemisia austriaca*, *A. schrenkiana*, *Kochia prostrata*, *Veronica spuria* L. Всего, на 100 м^2 отмечено 8 видов высших сосудистых растений.

Полынно-типчаково-житняковая опустыненная псаммофитная степь **(**Алтайский кр., Рубцовский р-н, в 8 км от п. Куйбышево).

Доминанты сообщества: *Artemisia austriaca*, *Festuca valesiaca*, *Stipa capillata*. ОПП 60%, травостой двухъярусный, первый подъярус высотой 65 см образован *Agropyron pectinatum*, *Stipa capillata* и др., второй подъярус 20 см образуют: *Festuca valesiaca*, *Artemisia austriaca*, *Kochia prostrata* и др. Злаки представлены *Leymus racemosus* (Lam.) Tzvel., образующим крупные куртины, *Stipa capillata*, *Agropyron pectinatum*, *Festuca valesiaca*, бобовые отсутствуют. Немногочисленное разнотравье: *Artemisia austriaca*, *A. frigida* Willd., *A. campestris* L., *Kochia prostrata*, *Convolvulus arvensis*, *Potentilla bifurca* L., *Gypsophila paniculata* L., *Tragopogon orientalis* L., *Nonea rossica*.

Всего, на 100 м^2 отмечено 13 видов высших сосудистых растений.

Луга

Кермеково-горькушево-бескильницевый солончаковый луг **(**N51°19,827' E80°57,180' Алтайский кр., Рубцовский р-н, в 4,5 км на с-з от п. Зерно, h 221 м, урочище «Озерки»).

Аспект сиреневый от цветущих *Limonium gmelinii* и *Saussurea amara*. Доминанты сообщества: *Limonium gmelinii*, *Saussurea amara*, *Puccinellia tenuissima*. ОПП 60-65%, травостой из 3 подъярусов. Первый подъярус высотой 90 см образован *Leymus angustus*, второй подъярус 60 см – *Limonium gmelinii*, *Saussurea amara* (L.) DC., *Puccinellia tenuissima* и др., третий подъярус 20 см – *Juncus gerardii* Loisel. Злаки представлены *Puccinellia tenuissima*, *Leymus angustus*, *Calamagrostis sp*., *Elytrigia repens*, бобовые отсутствуют. Группу разнотравья представляют: *Artemisia nitrosa*, *Limonium gmelinii*, *Saussurea amara*, *Juncus gerardii*, *Suaeda salsa*. Всего, на 100 м^2 отмечено 9 видов высших сосудистых растений.

Кермеково-соссюрейно-прибрежницевый низинный солонцеватый луг **(**N51°20,025' E80°57,232' Алтайский кр., Рубцовский р-н, в 4,5 км на с-з от п. Зерно, в 50 м от урочища «Озерки», h 225 м).

Аспект сиренево-розовый от цветущих *Limonium gmelinii*, *Saussurea amara* и *S. salsa*. Доминанты сообщества: *Limonium gmelinii*, *Saussurea salsa*, *Aeluropus intermedius* Regel. ОПП 55-60%, травостой трехъярусный, выделяется 3 подъяруса. Первый подъярус высотой 50 см образован *Limonium gmelinii*, *Saussurea amara*, *S. salsa* и др., второй подъярус 20 см – *Aeluropus intermedius*, *Tripolium vulgare* Nees и др., третий подъярус 3-5 см – *Suaeda salsa*. Злаки представлены *Elytrigia repens* и *Aeluropus intermedius*, бобовые отсутствуют. Галофильное

разнотравье (7 видов): *Limonium gmelinii*, *Saussurea salsa*, *S. amara*, *Tripolium vulgare*, *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Sonchus arvensis* L., *Suaeda salsa*. Всего, на 100 м^2 отмечено 9 видов высших сосудистых растений.

Колосняково-соссюрейно-пырейный низинный солонцеватый луг **(**N51°20,844' E80°57,630' Алтайский кр., Рубцовский р-н, в 8,0 км на с-з от п. Веселоярск, h 226 м). Доминанты сообщества: *Leymus angustus*, *Saussurea salsa*, *Elytrigia repens*. ОПП 40-45%, травостой из 2 подъярусов. Первый подъярус высотой 120 см образован *Leymus angustus*, второй подъярус 90 см – *Elytrigia repens*, *Limonium gmelinii*, *Poa angustifolia*. Из злаков присутствуют: *Poa angustifolia*, *Leymus angustus*, *Elytrigia repens*, *Calamagrostis epigeios*. Галофильное разнотравье: *Limonium gmelinii*, *Saussurea salsa*. Всего, на 100 м^2 отмечено 6 видов высших сосудистых растений.

Рядом моновидовые пырейные (ОПП 50%), колосняково-пырейные и соссюрейно-колосняково-пырейные солонцеватые луга (ОПП 60-70%).

Солончаковая растительность

Подорожниково-соссюреево-лебедовое сообщество **(**N51°19,821' E80°59,180' Алтайский кр., Рубцовский р-н, в 7,0 км на с-з от п. Веселоярск, h 229 м).

Аспект сиреневый от цветущих *Limonium gmelinii*, *Saussurea salsa*. Доминанты сообщества: *Plantago salsa* Pall., *Saussurea salsa*, *Atriplex verrucifera* Bieb. ОПП 75%, травостой трехъярусный, выделяется 3 подъяруса. Первый подъярус высотой 55 см образован *Limonium gmelinii*, *Saussurea salsa* и др., второй подъярус 20-25 см – *Atriplex verrucifera*, *Tripolium vulgare* и др., третий подъярус 10 см – вегетативными побегами *Atriplex verrucifera* и *Limonium gmelinii*. Злаки представлены: *Puccinellia tenuissima*, *Hordeum brevisubulatum* (Trin.) Link, бобовые отсутствуют. Разнотравье: *Limonium gmelinii*, *Plantago salsa*, *Saussurea salsa*, *Atriplex verrucifera*, *Tripolium vulgare*, *Senecio jacobaea*, *Artemisia nitrosa*. Всего, на 100 м^2 отмечено 9 видов высших сосудистых растений.

Соссюрейно-полынно-бескильницевое сообщество **(**N51°15,979' E80°55,453' Алтайский кр., Рубцовский р-н, южный берег оз. Соленое, в 20 м от залива озера, h 225 м., песчаная коса).

Доминанты сообщества: *Saussurea salsa*, *Artemisia nitrosa*, *Puccinellia tenuissima*. ОПП 70%, травостой из 3 подъярусов. Первый подъярус высотой 80 см образован *Leymus angustus*, второй подъярус 35-40 см *Limonium gmelinii*, *Saussurea salsa* и др. Третий подъярус 20 см формируют: *Limonium suffruticosum*, *L. coralloides*, *Salicornia perennans* Willd. и др. Кустарники представлены *Nitraria schoberi* L. Злаки: *Achnatherum splendens*, *Psathyrostachys juncea*, *Puccinellia tenuissima*, бобовые отсутствуют. Галофильное разнотравье: *Saussurea salsa*, *Artemisia nitrosa*, *Limonium gmelinii*, *L. suffruticosum*, *L. coralloides*, *Salicornia perennans*, *Atriplex verrucifera*. Всего, на 100 м^2 отмечено 11 видов высших сосудистых растений.

Поташниково-полынно-бескильницевое сообщество **(**N51°17,237' E80°52,165' Алтайский кр., Рубцовский р-н, в 10 км на з от п. Веселоярск, северный берег безымянного соленого озера, h 226 м).

Доминанты сообщества: *Kalidium foliatum* (Pallas) Moq., *Artemisia nitrosa*, *Puccinellia tenuissima*. ОПП 75%, травостой из 3 подъярусов. Первый подъярус высотой 35 см образован *Artemisia nitrosa*, *Puccinellia tenuissima* и др. Второй подъярус 18 см формируют: *Limonium suffruticosum*, *L. coralloides* и др., в третьем подъярусе отмечен *Kalidium foliatum*. Кустарники представлены *Nitraria schoberi*, злаки – *Puccinellia tenuissima*. Группа разнотравья: *Limonium gmelinii*, *L. suffruticosum*, *Artemisia nitrosa*, *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey, *Petrosimonia sibirica* (Pallas) Bunge, *Suaeda salsa*. Всего, на 100 м^2 отмечено 10 видов высших сосудистых растений.

Древесно-кустарниковые сообщества

Караганник чабрецово-ковыльный **(**N51°20,223' E80°55,897' Алтайский кр., Рубцовский р-н, в 9 км на с-з от п. Веселоярск, h 227 м).

ОПП кустарникового яруса 90%. Кустарниковый ярус высотой 1,7 м образован *Caragana frutex* (L.) Koch. Травяной ярус из трех подъярусов, первый подъярус 90 см образуют *Stipa capillata*, *Krascheninnikovia ceratoides*, *Lavatera thuringiaca* L. и др. Второй подъярус 45 см – *Stipa pennata*, *Senecio jacobaea* и др., третий подъярус 10-15 см образован *Thymus marchallianus.* ОПП травяного яруса 50%. Злаки представлены *Stipa pennata*, *S. capillata*, *Poa angustifolia*, бобовые – эдификатором *Caragana frutex*. Разнотравье: *Krascheninnikovia ceratoides*, *Lavatera thuringiaca*, *Senecio jacobaea*, *Thymus marchallianus*, *Galium rutenicum* Willd, *Veronica spicata*, *Limonium gmelinii*. Всего, на 100 м^2 отмечено 11 видов высших сосудистых растений.

Рядом участки караганника ковыльно-мятликового (*Caragana frutex – Stipa pennata – Poa angustifolia*).

Караганник ковыльно-горичниково-смолоносницевый **(**N51°20,748' E80°55,207' Алтайский кр., Рубцовский р-н, в 9,5 км на с-з от п. Веселоярск, h 227 м). Кустарниковый ярус 1,2 м образован *Caragana frutex*. ОПП кустарникового яруса 70-80%.

Травяной ярус из четырех подъярусов, первый подъярус высотой 180 см образует *Ferula soongarica* Pall. tx Spreng. Второй подъярус 100 см – *Peucedanum morissonii*, *Calamagrostis epigeios* и др., третий подъярус 70-75 см – *Stipa capillata*, *Limonium gmelinii* и др., четвертый подъярус 35-40 см – *Poa angustifolia*, *Senecio jacobaea* и др. ОПП травяного яруса 60%. Злаки представлены *Stipa capillata*, *Calamagrostis epigeios*, *Poa angustifolia*, бобовые – *Caragana frutex*. Разнотравье: *Ferula soongarica*, *Peucedanum morissonii*, *Lavatera thuringiaca*, *Senecio jacobaea*, *Limonium gmelinii*, *Seseli ledebourii*, *Berteroa incana*, *Carduus nutans*, *Artemisia dracunculus* L., *Onosma transrhymnensis* Klokov ex M. Popov. Всего, на 100 м^2 отмечено 14 видов высших сосудистых растений.

Рядом караганник разнотравно-хатьмово-смолоносницевый (*Caragana frutex – Lavatera thuringiaca – Ferula soongarica*) с ОПП 70-80%.

Лоховник кострецово-бодяково-чернокоренной **(**Алтайский кр., Егорьевский р-н, между п. Веселоярск и д. Большая Шелковка, в 100 м к востоку от Рубцовского магистрального канала).

Первый кустарниковый ярус высотой 8-9 м и ОПП 90% образован *Elaeagnus angustifolia* L. Второй ярус 1,5 м с проективным покрытием 5% образован *Ribes aureum* L., *Acer negundo* L., *Malus baccata* (L.) Borkh. Доминанты травяного яруса: *Bromopsis inermis* (Leysser) Holub, *Cirsium setosum*, *Cynoglossum officinale* L. ОПП травяного яруса 25-30%, выделяется 2 подъяруса. Первый подъярус 120 см образован *Solanum kitagawae* Schonbeck-Temesy, *Cannabis sativa* L., *Cirsium setosum* и др., второй подъярус 80 см – *Elytrigia repens* и др. Из злаков присутствуют: *Poa pratensis* L., *Elytrigia repens*, *Bromopsis inermis*, из бобовых – *Vicia tenuifolia* Roth и *Melilotus albus* Medicus. Группа разнотравья: *Cirsium setosum*, *C. vulgare* (Savi) Ten., *Cynoglossum officinale*, *Solanum kitagawae*, *Cannabis sativa*, *Fallopia convolvulus* (L.) A. Love., *Chenopodium album* L., *Lythospermum officinale* L., *Sonchus arvensis*, *Convolvulus arvensis*. На опушке лоховника встречаются *Artemisia dracunculus*, *Berteroa incana*, *Pastynaca sylvestris* Mill., *Sysimbrium loeselii* L. Всего, на 100 м^2 отмечено 22 вида высших сосудистых растений.

Проведенное геоботаническое исследование растительного покрова показало относительно высокую сохранность степных и луговых ценозов, более половины степных и луговых сообществ заказника находятся на стадии умеренного выпаса или его отсутствия.

Список литературы

1. В Егорьевском и Рубцовском районах создан заказник «Рубцовская степь» / Министерство природных ресурсов и экологии Алтайского края (Минприроды Алтайского края) Официальный сайт [Электрон. ресурс]. URL: https://minprirody.alregn.ru/news/?/2023/05/02/13051_v_egorevskom_i_rubtsovskom_rayonah_sozdan_zakaznik_rubtsovskaya_step (30.01.2024).

2. Нешатаев Ю.Н. Методы анализа геоботанических материалов. Л.: изд-во ЛГУ, 1987. 188 с.

3. Работнов Т.А. Фитоценология. М.: Из-во МГУ, 1983. 296 с.

4. Александрова В.Д. Классификация растительности. Л.: Наука, 1969. 274 с.

5. Лавренко Е. М., Карамышева З. В., Никулина Р. И. Степи Евразии. Л.: Наука, 1991. 146 с.

6. Ронгинская А.В., Степи юго-востока Западно-Сибирской низменности // Растительность степной и лесостепной зон Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения АН СССР, 1963. С. 77-102.

7. Соколова Г.Г. Растительность степной и лесостепной зон Алтайского края. Барнаул: изд-во Алт. ун-та, 2002. 210 с.

8. Конспект флоры Сибири: Сосудистые растения / Под ред. К.С. Байкова. Новосибирск: Наука, 2005. 362 с.

9. Куминова А.В., Вагина Т.В., Лапшина Е.И. Геоботаническое районирование юго-востока Западно-Сибирской низменности // Растительность степной и лесостепной зон Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения АН СССР, 1963. С. 35-61.

10. Красная книга Алтайского края. Т. 1: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / науч. ред. А.И. Шмаков, М.М. Силантьева. Барнаул: изд-во АлтГУ, 2016. 290 с.

11. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / гл. редколл. Ю.П. Трутнев и др.; сост. Р.В. Камелин и др. М.: Т-во научных изданий КМК, 2008. 885 с.

УДК 595.799: 502.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-421-428

ОЦЕНКА ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МЕГАХИЛЛИДОФАУН (HYMENOPTERA: MEGACHILLIDAE) В ТРЕХ ЗАПОВЕДНИКАХ НА ЮГЕ И В ЦЕНТРЕ СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

ASSESSMENT OF THE TAXONOMIC STRUCTURE OF MEGACHILLID FAUNAS (HYMENOPTERA: MEGACHILLIDAE) IN THREE NATURE RESERVES IN THE SOUTH AND CENTER OF THE MIDDLE BELT OF EUROPEAN RUSSIA

Емец В.М.
Emets V.M.

Воронежский государственный природный биосферный заповедник им. В.М. Пескова, Воронеж, Россия
Voronezhsky State Natural Biosphere Reserve, Voronezh, Russia

E-mail: emets.victor@yandex.ru

Аннотация. Анализировали видовой и макротаксономический состав, показатели таксономической структуры (включая таксономическое и иерархическое разнообразие, таксономическую сложность) мегахиллидофаун (МФ) (Hymenoptera: Apocrita, Apoidea, Anthophila, Megachilidae) трех заповедников, расположенных на юге и в центре средней полосы Европейской России: Карадагского заповедника (КЗ), Воронежского заповедника (ВЗ) и заповедника «Галичья гора» (ЗГГ). МФ ВЗ и ЗГГ отличаются от МФ КЗ отсутствием трибы Dioxyiini и рода *Protosmia* в трибе Osmiini. 16 видов – общие для МФ трех заповедников. В КЗ встречается 4 вида мегахиллид, занесенные в Красную книгу Республики Крым, в ВЗ – 2 вида, включенные в Красные книги Воронежской и Липецкой областей, в ЗГГ – 3 вида, занесенные в Красную книгу Липецкой области. В ряду заповедников КЗ–ВЗ–ЗГГ (в направлении с юга на север) число видов МФ образует ряд 88–26–58, число родов МФ – 16–10–13, число триб МФ – 5–4–4, таксономическое богатство МФ – 109–40–75, таксономическое разнообразие МФ – 0,860–1,236–0,951, таксономическая сложность МФ – 1,815–1,958–1,828. Самая высокая таксономическая сложность МФ ВЗ согласуется с неблагоприятной для мегахиллид многолетней трансформацией лугово-степных экосистем ВЗ (зарастанием древесно-кустарниковой растительностью, сменой разнотравных фитоценозов злаковыми).

Ключевые слова: Megachilidae, Карадагский заповедник, Воронежский заповедник, заповедник «Галичья гора», показатели таксономической структуры.

Abstract. The paper deals with the species and macrotaxonomic composition, taxonomic structure indicators (including taxonomic and hierarchical diversity, the taxonomic complexity) of the megachillidofauna (MF) (Hymenoptera: Apocrita, Apoidea, Anthophila, Megachilidae) of three reserves located in the south and in the center of the midland of European Russia: the Karadag Nature Reserve (KZ), the Voronezh Nature Reserve (VZ) and the Galichya Gora Nature Reserve (GGR). MF VZ and GGR differ from MF KZ by the absence of the tribe Dioxyiini and the genus *Protosmia* in the tribe Osmiini. 16 species are common to the MF of the three reserves. In KZ there are 4 species of megachyllids listed in the Red Data Book of the Republic of Crimea, in VZ – 2 species included in the Red Data Books of Voronezh and Lipetsk Regions, in GGR – 3 species listed in the Red Data Book of Lipetsk Region. The number of MF species in the KZ–VZ–GGR series (in south-north direction) forms a range of 88–26–58, the number of MF genera is 16–10–13, the number of MF tribes is 5–4–4, the taxonomic richness of MF is 109–40–75, the taxonomic diversity of MF is 0.860–1.236–0.951, and the taxonomic complexity of MF is 1.815–1.958–1.828. The highest taxonomic complexity of MF VZ is consistent with the long-term transformation of VZ meadow-steppe ecosystems that is unfavorable for megachillids (overgrowth of tree and shrub vegetation, replacement of herbaceous phytocenoses by grasses).

Key words: Megachillidae, Karadag Nature Reserve, Voronezh Nature Reserve, Galichya Gora Nature Reserve, taxonomic structure indicators.

Заповедники считаются местами гарантированного сохранения различных компонентов животного мира, особенно редких видов, что отмечается в Красных книгах Российской Федерации и ее субъектов. Приказами Минприроды России [1, 2] на заповедники возложена обязанность ведения кадастра объектов животного мира и осуществления экологического мониторинга фаунистических комплексов. Методологическая основа ведения мониторинга разнообразия фаунистических комплексов (макротаксонов) на заповедных территориях разработана недостаточно. На заповедных территориях используются такие показатели как

видовой состав и общее количество видов (видовое богатство) групп насекомых. Особенности таксономической структуры (в частности, количество надвидовых таксонов разного уровня) фаунистических комплексов насекомых в должной мере не принимаются во внимание.

Представляют интерес как точки отсчета в экологическом мониторинге показатели таксономического разнообразия и сложности биотических сообществ, предложенные И.Г. Емельяновым, И.В. Загороднюк, В.Н. Хоменко [3-5]. Учитывая необходимость ведения кадастра и осуществления экологического мониторинга фаунистических комплексов на заповедных территориях, апробация показателей таксономической структуры макротаксонов на примере различных групп насекомых представляется актуальной. Пчелы-мегахиллиды (Hymenoptera: Apocrita, Apoidea, Anthophila, Megachilidae) – удобная целевая (модельная) группа насекомых, которая содержит ряд редких видов, занесенных в Красные книги субъектов Российской Федерации. Эта группа хорошо изучена в Карадагском природном заповеднике (Республика Крым) [6], Воронежском государственном природном биосферном заповеднике (Воронежская и Липецкая область) [7] и заповеднике «Галичья гора» (Липецкая область) [8].

Данная статья – попытка интегральной оценки таксономической структуры фаунистических комплексов пчел-мегахиллид в трех заповедниках, образующих ряд (в направлении с юга на север в пределах Европейской России): Карадагский заповедник (КЗ) – Воронежский заповедник (ВЗ) – заповедник «Галичья гора» (ЗГГ).

Материалы и методы. КЗ (2874,2 га, в том числе суши – 2065,1 га и акватории Черного моря – 809,1 га) расположен в юго-восточной части Республики Крым, занимая территорию горно-вулканического массива Кара-Даг между Отузской и Коктебельскими долинами. Леса занимают около половины территории КЗ, они имеют порослевое происхождение, образовавшись после многочисленных рубок прошлых столетий. Травянистые сообщества занимают треть территории КЗ [9]. Растительность представлена в виде трех высотных поясов: 1) от уровня моря до 250 м – пояс степей, кустарников и редколесья; 2) 250-450 м – леса из дуба пушистого; 3) выше 450 м – скально-дубовые и грабовые леса. Кара-Даг как регион Горного Крыма по типу высотной поясности занимает промежуточное положение между горами, находящимися в Европейской широколиственнолесной и Средиземноморской областях [10, 11].

ВЗ (31 053 га) расположен на границе Воронежской и Липецкой областей, находится на западной окраине Окско-Донской равнины, на водоразделе рек Воронеж и Усмань. Занимает северную половину островного лесного массива – Усманского бора. Территорию ВЗ занимают древние террасы, образование которых связано с оледенением четвертичного периода; коренные породы перекрыты флювиогляциальными и древнеаллювиальными отложениями. Почвообразующая порода – кварцевые древнеаллювиальные пески, покрывающие территорию ВЗ «плащом». В настоящее время на территории ВЗ произрастают сосновые леса (10 027,7 га; 45% имеют искусственное происхождение), широколиственные леса (9 088,2 га), ольшаники (1607,7 га), осинники (5989,5 га) и березняки (1776,3 га). Луга (остепненные, бореальные, неморальные, мезофитные и гигрофитные) занимают всего 932 га [12]. Леса Усманского бора включают в Левобережный придолинно-террасный район подзоны типичной лесостепи лесостепной провинции Окско-Донской низменности. ВЗ расположен по ботанико-географическому районированию в зоне среднерусско-приволжского варианта широколиственных лесов (зональный тип растительности – дубово-липовые леса с примесью ясеня и клена) [11].

ЗГГ (231 га) состоит из 6 удаленных друг от друга заповедных урочищ в Липецкой области. ЗГГ находится на восточном склоне Среднерусской возвышенности, граничащем с Окско-Донской низменностью. ЗГГ занимает центр Придонского известняково-карстового типично лесостепного физико-географического района Среднерусской возвышенности [13]. Геологическую основу ЗГГ составляют девонские известняки мощностью 300-400 м, перекрытые четвертичными отложениями; рельеф в целом имеет эрозионно-долинный и овражно-балочный характер. По ботанико-географическому районированию ЗГГ относится к Среднерусской (Верхнедонской) подпровинции, Восточноевропейской лесостепной провинции, Евроазиатской степной области, характеризующейся представленностью южных широколиственных лесов (без ели) и луговых степей [11]. В ЗГГ кроме зональных типов растительности (дубрав, луговых степей) представлены фрагменты широколиственных лесов (с липой и другими породами), нагорных березняков, скальных группировок, пойменных и суходольных лугов, прибрежно-водной растительности. На фоне дубрав и луговых степей в ЗГГ встречаются редкие и уникальные для данного ботанико-географического региона (провинции)

растительные сообщества и группировки, удивительным образом сочетаются различные эколого-фитоценотические и генетические элементы флоры, существует много реликтовых видов растений [13, 14].

Список видов мегахиллид КЗ составлен на основе опубликованных работ по мегахиллидам КЗ и всего Крыма [6, 15]. При составлении списка видов мегахиллид ВЗ использованы данные публикации [7], а также результаты обработки сборов и наблюдения за мегахиллидами на территории ВЗ в 2019-2023 гг. Основой списка видов мегахиллид ЗГГ послужила работа В.Т Кузнецовой [8] с учетом синонимии видов мегахиллид, изложенной в Каталоге перепончатокрылых России [16].

Все виды мегахиллид, распространенные в КЗ, ВЗ и ЗГГ, относятся к одному подсемейству (Megachillinae). Номенклатура макротаксонов, объем родов и трактовка видов мегахиллид КЗ, ВЗ и ЗГГ изложена по Каталогу перепончатокрылых России [16]. Трибы мегахиллид в пределах подсемейства, роды в пределах трибы, виды в пределах рода даны в алфавитном порядке.

Особенности обработки количественных данных видовых список мегахиллид КЗ, ВЗ и ЗГГ. Интегральный показатель, оценивающий структуру таксономических отношений в фаунистическом комплексе, был назван «таксономическим разнообразием» [6]. При его расчете используется информационная мера разнообразия (индекс Шеннона), которая оценивает равновероятность представленности в исследуемом множестве (фаунистическом комплексе) подмножеств. Учитывается сумма таксонов разного ранга (показатель «таксономическое богатство») фаунистического комплекса, а в качестве переменных рассматриваются доли таксонов разных рангов без учета количественных показателей обилия [4]. Численное выражение получается с использованием известной формулы Шеннона:

$$H' = -\Sigma\, p_i \log_2 p_i, \quad (1)$$

где p_i – доля таксонов i-го ранга (вид, род, триба и т.д.) [5].

При расчете показателя таксономической сложности фаунистического комплекса (C) иерархическая схема минимизируется; уровни, представленные одним таксоном, не учитываются [5]. В данной статье выделено три уровня: вид, род, триба; уровень подсемейства исключен, так как содержит один таксон. C рассчитывался по формуле [5]:

$$C = (H_{tax} * 1/N \Sigma\, H_i)^{n}, \quad (2)$$

где H_{tax} – показатель таксономического разнообразия; H_i – показатель видовой насыщенности (видового разнообразия) i-го таксономического уровня, N – число анализируемых уровней, n – показатель степени (n = 1/2).

Результаты и обсуждение. Видовой и макротаксономический состав, показатели таксономической структуры и сложности мегахиллидофаун КЗ, ВЗ и ЗГГ в обобщенном виде отражены в *таблицах 1 и 2*.

Таблица 1

Видовой и макротаксономический состав мегахиллидофаун Карадагского заповедника (КЗ), Воронежского заповедника (ВЗ) и заповедника «Галичья гора» (ЗГГ)

Таксоны мегахиллид	КЗ	ВЗ	ЗГГ
Подсемейство MEGACHILINAE	88	26	58
Триба Anthidiini	16	5	14
Род *Anthidiellum* Cockerell, 1904	1	1	1
A. strigatum (Panzer, 1805)	+	+	+
Род *Anthidium* Fabricius, 1804	6	3	4
A. cingulatum Latreille,1809	+	–	+
A. diadema Latreille,1809	+	–	–
A. florentinum (Fabricius, 1775)	+	+	+
A. loti Perris, 1852	+	–	–
***A. manicatum* (Linnaeus, 1758) – длиннорукавый шерстобит**[1]	+	+	+
A. oblongatum (Illiger, 1806)	+	–	–
A. punctatum Latreille, 1809	–	+	+
Род *Icteranthidium* Michener, 1948	1	0	1
I. grohmanni (Spinola, 1838)	+	–	–

Таксоны мегахиллид	КЗ	ВЗ	ЗГГ
I. laterale (Latreille, 1809)	–	–	+
Род *Pseudoanthidium* Friese, 1898 [=*Paranthidiellum* Michener, 1948]	3	1	1
P. nanum (Mocsáry, 1879) [=*P. lituratum* (Panzer, 1801)]	+	+	+
P. reticulatum (Mocsáry, 1884)	+	–	–
P. tenellum (Mocsáry, 1881)	+	–	–
Род *Stelis* Panzer, 1806	3	0	6
S. breviuscula (Nylander, 1848)	+	–	+
S. minima Schenck, 1861	–	–	+
S. minuta Lepeletier de Saint-Fargeau et Audinet-Serville, 1825	–	–	+
S. ornatula (Klug, 1807)	–	–	+
S. phaeoptera (Kirby, 1802)	+	–	+
S. punctulatissima (Kirby, 1802)	–	–	+
S. signata (Latreille, 1809)	+	–	–
Род *Trachusa* Panzer, 1804	2	0	1
T. byssina (Panzer, 1798)	–	–	+
***T. interrupta* (Fabricius, 1781) – скабиозовая трахуза**[2]	+	–	–
***T. pubescens* (Morawitz, 1872) – опушенная трахуза**[3]	+	–	–
Триба Dioxyini	2	0	0
Род *Aglaopis* Cameron, 1901	1	0	0
A. tridentata (Nylander, 1848)	+	–	–
Род *Dioxys* Lepeletier de Saint-Fargeau and Audinet-Serville, 1825	1	0	0
D. cinctus (Jurine, 1807)	+	–	–
Триба Lithurgini	2	1	1
Род *Lithurgus* Latreille, 1825	2	1	1
L. chrysurus Fonscolombe, 1834	+	–	–
***L. cornutus* (Fabricius, 1787)** [=*fuscipennis* Lepeletier de Saint-Fargeau, 1841] **– литург**[4]	+	+	+
Триба Megachilini	28	6	26
Род *Coelioxys* Latreille, 1809	8	1	9
C. acanthura (Illiger, 1806)	–	+	–
C. afer Lepeletier de Saint-Fargeau, 1841	+	–	+
C. alatus Förster, 1853	–	–	+
C. aurolimbatus Förster, 1853	+	–	–
C. brevis Eversmann, 1852	+	–	–
C. caudatus Spinola, 1838	+	–	–
C. conoideus (Illiger, 1806)	–	–	+
C. elongatus Lepeletier de Saint-Fargeau, 1841	+	–	+
C. haemorrhoa Förster, 1853	+	–	–
C. inermis (Kirby, 1802)	+	–	+
C. lanceolatus Nylander, 1852	–	–	+
C. mandibularis Nylander, 1848	–	–	+
C. obtusus Pérez, 1884 [=*C. ruficauda* Lepeletier de Saint-Fargeau, 1841]	+	–	+
C. rufescens Lepeletier de Saint-Fargeau et Audinet-Serville, 1825	–	–	+
Род *Megachile* Latreille, 1802 (включает *Chalicodoma* как подрод)	20	5	17
***M. albisecta* (Klug, 1817) – белополосая пчела-листорез**[5]	+	–	–
M. analis Nylander, 1852	–	–	+
M. apicalis Spinola, 1808	+	–	–
***M. bombycina* Radoszkowski, 1874 – шмелевидная мегахила**[6]	–	–	+
M. centuncularis (Linnaeus, 1758)	+	+	+
M. circumcincta (Kirby, 1802)	–	–	+
M. ericetorum Lepeletier, 1841	+	–	+
M. genalis Morawitz, 1880	+	–	+
M. lagopoda (Linnaeus, 1758)	+	+	+

Таксоны мегахиллид	КЗ	ВЗ	ЗГГ
M. leachella Curtis, 1828 [=*M. argentata* (Fabricius, 1793)]	+	–	+
***M. lefebvrei* (Lepeletier de Saint-Fargeau, 1841) – пчела-каменщица Лефебвра**[7]	+	–	–
M. ligniseca (Kirby, 1802)	–	–	+
M. marginata Smith, 1853	+	–	–
M. maritima (Kirby, 1802)	+	+	+
M. melanopyga Costa, 1862	+	–	+
M. nigriventris Schenck, 1870	–	–	+
M. octosignata Nylander, 1852	+	–	–
M. parietina (Geoffroy, 1785)	+	–	–
M. picicornis Morawitz, 1877	+	–	–
M. pilicrus Morawitz, 1877	+	+	+
M. pilidens Alfken, 1924	+	–	+
***M. rotundata* (Fabricius, 1787) – люцерновая пчела-листорез, округлая мегахила**[8]	+	–	+
M. semicircularis auct., nec van der Zanden, 1996 [=*M. flabellipes* Pérez, 1895]	+	–	–
M. versicolor Smith, 1844	+	+	+
M. willughbiella (Kirby, 1802)	+	–	+
Триба Osmiini	40	14	17
Род *Chelostoma* Latreille, 1809	4	3	3
Ch. campanularum (Kirby, 1802)	+	+	–
Ch. distinctum (Stoeckhert, 1929)	–	–	+
Ch. florisomne (Linnaeus, 1758) [=*maxillosum* (Linnaeus, 1767)]	+	+	+
Ch. mocsaryi Schletterer, 1889	+	–	–
Ch. rapunculi (Lepeletier, 1841) [=*fuliginosum* (Panzer,1798)]	+	+	+
Род *Heriades* Spinola, 1808	3	1	1
H. crenulata Nylander, 1856	+	–	–
H. rubicola Pérez, 1890	+	–	–
H. truncorum (Linnaeus, 1758)	+	+	+
Род *Hoplitis* Klug, 1807 (+*Anthocopa* как подрод)	11	5	4
H. acuticornis (Dufour et Perris, 1840)	+	–	–
H. adunca (Panzer, 1798)	+	–	+
H. anthocopoides (Schenck, 1853)	+	–	–
H. caularis (Morawitz, 1875)	+	–	–
H. claviventris (Thomson, 1872)	–	+	–
H. jakovlevi (Radoszkowski, 1874) [=*H. serrilabris* (Morawitz, 1875)]	+	–	–
H. leucomelana (Kirby, 1802) [=*H. parvula* (Dufour et Perris, 1840]	+	+	+
H. manicata Morice, 1901	+	–	–
H. mocsaryi (Friese, 1895)	+	–	–
H. papaveris (Latreille, 1799)	+	–	+
H. ravouxi (Përer, 1902)	+	–	–
H. robusta Nylander, 1848 [=*Osmia rhinoceros* (Giraudi, 1861)]	–	+	–
H. tridentata (Dufour et Perris, 1840)	+	–	+
H. tuberculata (Nylander, 1848)	–	+	–
H. villosa (Schenck, 1853)	–	+	–
Род *Osmia* Panzer, 1806 (+*Hoplosmia* как подрод)	20	5	9
O. andrenoides Spinola, 1808	+	–	–
O. aurulenta (Panzer, 1799)	+	–	+
O. bicolor (Schrank, 1781)	–	+	–
O. bicornis (Linnaeus, 1758)	+	–	–
O. bidentata (Morawitz, 1876)	+	–	–
O. brevicornis (Fabricius, 1798) [=*O. atrocoerulea* Schilling, 1849]	+	+	–

Таксоны мегахиллид	КЗ	ВЗ	ЗГГ
O. caerulescens (Linnaeus, 1758) [=*O. coerulescens* (Linnaeus, 1758)]	+	+	+
O. cephalotes longiceps Morawitz, 1876	+	–	–
O. cornuta (Latreille, 1805)	+	–	–
O. dimidiata rossica (Friese, 1899)	+	–	–
O. gallarum Spinola, 1808	+	–	–
O. inermis (Zetterstedt, 1838)	–	–	+
O. leaiana (Kirby, 1802) [=*O. confusa* Morawitz, 1869]	–	–	+
O. melanogaster Spinola, 1808	+	–	–
O. niveata (Fabricius, 1804)	+	–	–
O. pilicornis Smith, 1846	–	+	+
O. rufa (Linnaeus, 1758)	+	+	+
O. rufohirta Latreille, 1811	+	–	–
O. scutellaris (Morawitz, 1867)	+	–	–
O. signata Erichson, 1835	+	–	–
O. spinulosa (Kirby, 1802)	+	–	+
O. tergestensis Ducke, 1897	+	–	–
O. uncinata Gerstäcker, 1869	–	–	+
O. versicolor Latreille, 1811	+	–	–
O. viridana Morawitz, 1874	+	–	–
O. xanthomelana (Kirby, 1802)	–	–	+
Род *Protosmia* Ducke, 1900	2	0	0
P. tauricola Popov, 1961	+	–	–
P. tiflensis (Morawitz, 1876)	+	–	–
MEGACHILLIDAE (всего)	88	26	58

Примечания: [1] – занесен в Красную книгу Липецкой области [17] как редкий вид (3-я категория); [2] – включена в Красную книгу Республики Крым [18] как вид, сокращающийся в численности (2-я категория); [3] – включена в Красную книгу Республики Крым [18] как вид, сокращающийся в численности (2-я категория); [4] – занесен в Красную книгу Воронежской области [19] как редкий вид (3-я категория); [5] – включена в Красную книгу Республики Крым [18] как вид, сокращающийся в численности (2-я категория); [6] – занесена в Красную книгу Липецкой области [17] как редкий вид (3-я категория); [7] – включена в Красную книгу Республики Крым [18] как вид, сокращающийся в численности (2-я категория); [8] – занесена в Красные книги Воронежской [19] и Липецкой областей [17] как редкий вид (3-я категория); вид отмечен на юге Воронежской области (Воробьевский р-н) и в пределах Липецкой области – только в ЗГГ.

Таблица 2

Показатели таксономической структуры и сложности мегахиллидофаун Карадагского заповедника (КЗ), Воронежского заповедника (ВЗ) и заповедника «Галичья гора» (ЗГГ)

Заповедники	Количество таксонов			*ST*	H_{tax}	Иерархическое разнообразие			*C*
	N_{spe}	N_{gen}	N_{trb}			H_{spe}	H_{gen}	H_{trb}	
КЗ	**88**	**16**	**5**	**109**	*0,860*	**6,460**	**3,292**	**1,738**	*1,815*
ВЗ	*26*	*10*	*4*	*40*	**1,236**	*4,700*	*2,995*	*1,607*	**1,958**
ЗГГ	58	13	4	75	0,951	5,858	3,051	1,634	1,828

Примечание: N_{spe} – число видов; N_{gen} – число родов; N_{trb} – число триб; *ST* – сумма таксонов (таксономическое богатство); H_{tax} – таксономическое разнообразие; H_{spe} – видовое разнообразие (представленность видов равновероятна); H_{gen} – разнообразие насыщенности видами родов; H_{trb} – разнообразие насыщенности видами триб; *C* – сложность таксономической структуры фаунистического комплекса (макротаксона). Полужирным выделены максимальные значения показателей, курсивом – минимальные.

Главные макротаксономические отличия мегахиллидофаун заповедников лесостепной зоны (ВЗ и ЗГГ) от мегахиллидофауны КЗ заключаются в отсутствии трибы Dioxyiini и рода *Protosmia* в трибе Osmiini *(таблица 1)*. В трех заповедниках (КЗ, ВЗ, ЗГГ) зарегистрировано всего 117 видов мегахиллид, из них 16 видов – общие для трех заповедников, 23 вида встречаются в 2

заповедниках (2 вида в КЗ и ВЗ, 2 вида в ВЗ и ЗГГ, 19 видов в КЗ и ЗГГ) и 78 видов отмечены только в одном заповеднике (51 вид в КЗ, 6 видов в ВЗ, 21 вид в ЗГГ).

В трех заповедниках (КЗ, ВЗ, ЗГГ) обнаружены 8 редких видов мегахиллид, занесенных в региональные Красные книги, из них в КЗ встречается 4 вида (66,7% от общего числа видов мегахиллид, включенных в Красную книгу Республики Крым [18]), в ВЗ – 2 вида (50% от общего числа видов группы, занесенных в Красные книги Воронежской [19] и Липецкой областей [17]) и в ЗГГ – 3 вида (100% от общего числа видов семейства, включенных в Красную книгу Липецкой области [17]) *(таблица 1)*.

Мегахиллидофауна КЗ характеризуется наибольшими количествами отдельных таксонов (видов, родов, триб), наивысшим таксономическим богатством и иерархическим разнообразием (на уровнях видов, родов и триб), однако самыми низкими показателями таксономического разнообразия и таксономической сложности *(таблица 2)*. Мегахиллидофауна ВЗ, наоборот, обладает наименьшими показателями количества таксонов (видов и родов), самыми низкими показателями таксономического богатства и иерархического разнообразия (на уровнях видов, родов и триб), однако самым высокими показателями таксономического разнообразия и таксономической сложности. Мегахиллидофауна ЗГГ занимает промежуточное положение между мегахиллидофаунами КЗ и ВЗ по количествам таксонов (видов, родов), таксономическому богатству, иерархическому разнообразию (на уровнях видов, родов и триб), таксономическому разнообразию и таксономической сложности.

Количественные показатели мегахиллидофауны ВЗ (малое количество видов, высокие значения показателей таксономического разнообразия и таксономической сложности) указывают с одной стороны на низкую емкость лугово-степных экосистем ВЗ, с другой – на «жесткие» в ВЗ условия существования группировки мегахиллид, определяющие ее высокую организованность (сложность). Наблюдающаяся на территории ВЗ многолетняя трансформация лугово-степных экосистем (зарастание древесно-кустарниковой растительностью, смена разнотравных фитоценозов злаковыми) [12] могла отрицательно сказаться на таксономической структуре и послужить причиной высокой таксономической сложности мегахиллидофауны. Сходная закономерность была установлена при изучении таксономической структуры микротериофауны различных высотных поясов Восточных Карпат [20], которая была названа *феноменом возрастания монотипичности высших таксонов* в фаунистическом комплексе. Этот феномен трактуется как одна из стратегий адаптации биотических сообществ к специфическим экологическим условиям в экосистемах с небольшой экологической емкостью (например, в горах).

Наоборот, особенности мегахиллидофауны КЗ (большое число видов, родов и триб, высокие значения показателей иерархического разнообразия, низкие значения показателей таксономического разнообразия и таксономической сложности) свидетельствуют о высокой емкости лугово-степных экосистем КЗ, а также об очень благоприятных условиях существования группировки мегахиллид на территории КЗ (на это указывает низкая таксономическая сложность группировки, т.е. ее низкая организованность).

Заключение. Мегахиллидофауна КЗ обладает наибольшими количествами видов (88), родов (16), триб (5), максимальным таксономическим богатством (109), самыми высокими показателями видового разнообразия (6,460), разнообразия насыщенности видами родов (3,292), разнообразия насыщенности видами триб (1,738), однако самыми низкими показателями таксономического разнообразия (0,860) и таксономической сложности (1,815).

Мегахиллидофауна ВЗ, наоборот, характеризуется наименьшими количествами таксонов (видов – 26, родов – 10, триб – 4), минимальным таксономическим богатством (40), самыми низкими показателями видового разнообразия (4,700), разнообразия насыщенности видами родов (2,995), разнообразия насыщенности видами триб (1,607), однако самыми высокими показателями таксономического разнообразия (1,236) и таксономической сложности (1,958).

Мегахиллидофауна ЗГГ по количественным показателям таксономической структуры и сложности занимает промежуточное положением между мегахиллидофаунами КЗ и ВЗ.

Полученные в системе экологического мониторинга на территориях заповедников интегральные показатели таксономической структуры и сложности фаунистических комплексов (макротаксонов) насекомых могут служить точкой отсчета, показателем уровня трансформации макротаксона под влиянием как естественных, так и антропогенных факторов.

Список литературы

1. Приказ Минприроды России от 22.12.2011 № 963 «Об утверждении Порядка ведения государственного учета, государственного кадастра и государственного мониторинга объектов животного мира». (Зарегистрировано в Минюсте РФ 14.03.2012 № 23473). URL: http://minjust.consultant.ru (дата обращения 30.11.2023).
2. Приказ Минприроды России от 30.06.2021 № 456 «Об утверждении Порядка ведения государственного мониторинга и государственного кадастра объектов животного мира». (Зарегистрировано в Минюсте России 17.09.2021 № 65049). URL: http://minjust.consultant.ru (дата обращения 30.11.2023).
3. Емельянов И.Г., Загороднюк И.В. Таксономическое разнообразие фаунистических комплексов и стратегия сохранения генофонда животного мира // Проблемы изучения и сохранения биологического разнообразия. Фрунзе: Илим, 1990. С. 45-46.
4. Загороднюк И.В., Емельянов И.Г., Хоменко В.Н. Оценка таксономического разнообразия фаунистических комплексов // Доповіді НАН України. Сер. Математика, Природознавство, Технічні науки. 1995. № 7. С. 145-148.
5. Емельянов И.Г., Загороднюк И.В., Хоменко В.Н. Таксономическая структура и сложность биотических сообществ // Экология и ноосферология. 1999. Т. 8. № 4. С. 1-17.
6. Иванов С.П., Филатов М.А., Фатерыга А.В. Пчелы-мегахилиды (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae) Карадагского природного заповедника, Отузской долины и Лисьей бухты // Карадаг–2009: сб. науч. тр., посв. 95-летию Карадагской научной станции и 30-летию Карадагского природного заповедника Нац. Акад. наук Украины. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. С. 208-214.
7. Емец В.М. О видовом богатстве и видовом составе фаунистической группировки пчел-мегахилид (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae) на территории Воронежского заповедника // Труды государственного природного заповедника «Воронинский». Т. 4. Воронеж: Изд.-полигр. центр «Научная книга», 2019. С. 35-40.
8. Кузнецова В.Т. Пчелиные Липецкой области. Кадастр. Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2009. 120 с.
9. Рубцов Н.И. Растительный мир Крыма. Симферополь: Таврия, 1978. 129 с.
10. Гребенщиков О.С. О поясности растительного покрова в горах Средиземноморья в широтной полосе 35-40° с. ш // Проблемы ботаники. 1974. Вып. 12. С. 128-134.
11. Исаченко Т.И., Лавренко Е.М. Ботанико-географическое районирование // Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. С. 10-20.
12. Стародубцева Е.А., Ханина Л.Г. 2009. Классификация растительности Воронежского заповедника // Растительность России. 2009. № 4. С. 63-141.
13. Известняковый Север Среднерусской возвышенности Под ред. Ф.Н. Милькова. Воронеж: изд-во Воронежского университета, 1978. 176 с.
14. Григорьевская А.Я., Тихомиров В.Н. Заповедник Галичья Гора // Заповедники европейской части РСФСР. II. М.: «Мысль», 1989. С. 152-163.
15. Fateryga A.V., Ivanov S.P., Filatov M.A. Megachilid-bees (Hymenoptera: Megachilidae) of the Crimean Peninsula // Entomofauna. 2018. Vol. 39/1. Heft 11. S. 235-283.
16. Annotated catalogue of the Hymenoptera of Russia. Vol. I. Symphyta and Apocrita: Aculeata. Edited by S.A. Belokobylskij and A.S. Lelej. Proceedings of the Zoological Institute RAS. Suppl. 6. Saint Peterburg, 2017. 475 p.
17. Красная книга Липецкой области. Т. 2: Животные / науч. ред. М.Н. Цуриков и др. Изд. 3-е. Липецк: Веда социум, 2014. 484 с.
18. Красная книга Республики Крым. Животные / Отв. ред. С.П. Иванов и А.В.Фатерыга. Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. 440 с.
19. Красная книга Воронежской области. Т. 2: Животные / под ред. О.П. Негробова. Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 2018. 448 с.
20. Емельянов И.Г., Загороднюк И.В. Таксономическая структура сообществ грызунов Восточных Карпат // Фауна Східних Карпат: сучасний стан і охорона. Ужгород, 1993. С. 57-60.

УДК 58.006:502.75 (470.61)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-429-434

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ КЛАСТЕРНОГО УЧАСТКА ЦАГАН-ХАГ ЗАПОВЕДНИКА «РОСТОВСКИЙ» (РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

VEGETATION OF THE TSAGAN-HAG CLUSTER SECTION OF THE ROSTOV NATURE RESERVE (ROSTOV REGION)

Ермолаева О.Ю., Рогаль Л.Л.
Ermolaeva O.Yu., Rogal L.L.

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

E-mail: oyermolaeva@sfedu.ru

Аннотация. В статье приводится характеристика основных фитоценозов кластерного участка Цаган-Хаг заповедника «Ростовский» (Ростовская область). Кластерный участок Цаган-Хаг расположен на юге Ремонтненского района Ростовской обл. примерно в 10 км от пос. Краснопартизанского, включает бывшие земли овцесовхоза «Овцевод», охватывает 990,0 га (609 га солончаков, 381 га бывшие пастбища). На кластерном участке Цаган-Хаг распространены типичные галофитные сообщества (ассоциация *Eremopyrum triticeum + Plantago tenuiflora*; ассоциация *Eremopyrum triticeum + Frankenia pulverulenta + Halocnemum strobilaceum;* ассоциация *Salicornia perennans* и др.), галофитная луговая растительность (ассоциация *Pholiurus pannonicus + Eleocharis uniglumis + Juncus gerardii*), степные сообщества (ассоциация *Stipa ucrainica + Festuca rupicola*), сантоникополынники (ассоциация *Artemisia Artemisia santonicum + Leymus ramosus + Atriplex verrucifera + Bromus squarrosus;* ассоциация *Artemisia Artemisia santonicum + Leymus ramosus + Juncus compressus*), сообщества опустыненных степей (ассоциация *Agropyron cristatum + Agropyron desertorum + Tanacetum achilleifolium*), пустынные сообщества (ассоциация *Elaeosticta lutea + Atriplex aucheri + Artemisia austriaca*), кустарниковые сообщества (ассоциация *Tamarix gracilis + Tamarix ramosissima*), водная растительность (ассоциация *Ruppia drepanensis + R. maritima,* ассоциация *Althenia orientalis + Ruppia maritima*).

Ключевые слова: кластерный участок Цаган-Хаг, заповедник «Ростовский», растительность, редкие виды.

Abstract. The article describes the characteristics of the main phytocenoses of the Tsagan-Hag cluster site of the Rostovsky Reserve (Rostov region). The Tsagan-Hag cluster site is located in the south of the Remontnensky district of the Rostov region, about 10 km from the village. Krasnopartizansky, includes the former lands of the sheep farm "Ovtsevod", covers 990.0 hectares (609 hectares of salt marshes, 381 hectares of former pastures). Typical halophyte communities are common in the Tsagan-Hag cluster site (association *Eremopyrum triticeum + Plantago tenuiflora*; association *Eremopyrum triticeum + Frankenia pulverulenta + Halocnemum strobilaceum*; association *Salicornia perennans*, etc.), halophytic meadow vegetation (association *Pholiurus pannonicus + Eleocharis uniglumis + Juncus gerardii*), steppe communities (association *Stipa ucrainica + Festuca rupicola*), santonikopolynniki (association *Artemisia Artemisia santonicum + Leymus ramosus + Atriplex verrucifera + Bromus squarrosus*; association *Artemisia santonicum + Leymus ramosus + Juncus compressus*), desert steppe communities (association *Agropyron cristatum + Agropyron desertorum + Tanacetum achilleifolium*), desert communities (association *Elaeosticta lutea + Atriplex aucheri + Artemisia austriaca*), shrub communities (association *Tamarix gracilis + Tamarix ramosissima*), aquatic vegetation (association *Ruppia drepanensis + R. maritima, association Althenia orientalis + Ruppia maritima*).

Key words: Tsagan-Hag cluster site; Rostovsky Nature Reserve, vegetation, rare species.

Введение. Кластерный участок Цаган-Хаг Государственного природного биосферного заповедника «Ростовский» (далее ГПБЗ «Ростовский») расположен на юге Ремонтненского района Ростовской обл. примерно в 10 км от пос. Краснопартизанского, включает бывшие земли овцесовхоза «Овцевод», охватывает 990,0 га (609 га солончаков, 381 га бывших пастбищ). Территория относится к системе озер долины Маныча и представляет собой ландшафтный комплекс полынно-типчаково-ковыльной степи. Озеро представляет собой замкнутое понижение на водораздельном плато балок Солонка и Крутенькая. Весной это заливаемый водой солончак с возвышающимися островами (площадь их около 100 га) и спадающийся в озеро мыс коренного берега. Границы кластерного участка Цаган-Хаг в основном проходят на небольшом удалении от края солончака, которым является береговая линия солёного озера. Урочище Цаган-Хаг граничит только с землями овцесовхоза «Овцевод». Географические координаты: крайняя

северная точка – 46°19′ с.ш., крайняя южная точка – 46°17′ с.ш., крайняя восточная точка – 43°20′ в.д., крайняя западная точка – 43°15′ в.д. *(рисунок 1)*.

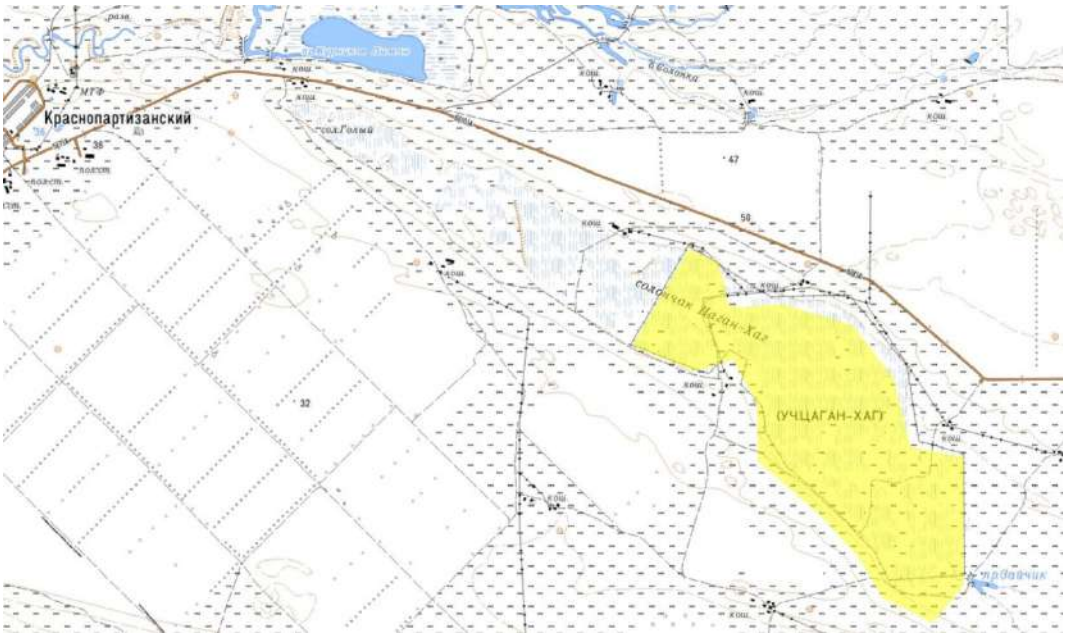


Рисунок 1. Местоположение кластерного участка Цаган-Хаг ГПБЗ «Ростовский» (pkk.rosreestr.ru).

Материалы и методы. Геоботанические описания выполнялись на площадках 100 кв. м по общепринятым стандартным методикам [1]. Обилие видов дано по шкале Друде: soc (socialis) – растения создают фон; cop3 (от copiosa – обильно) – очень обильно; cop2 – обильно; cop1 – весьма обильно; sp3 (sparsae) – рассеянно; sp2 – изредка; sp1 – редко; sol (solitaries) – единично; un (unicum) – встречается в единственном экземпляре, одиночно. Для фиксации полевых наблюдений использовались полевые дневники, куда заносились геоботанические описания и схематические зарисовки. Номенклатура видов приведена согласно последних таксономических и номенклатурных изменений [2]. В случае, если список видов с авторскими цитатами приведен в разделе «Флористический состав», то по тексту виды приводятся без авторских цитат.

Результаты исследований. Нами описаны наиболее характерные растительные сообщества компенсационного участка Цаган-Хаг, их характеристика приведена ниже.

Вокруг озера Цаган-Хаг и в понижениях широкое распространение имеют типичные галофитные (полынные, солеросовые солеросово-кермековые, сведовые) сообщества. На юго-восточной оконечности озера Цаган-Хаг выявлены сообщества с доминированием однолетнего злака *Eremopyrum triticeum* и галофита *Plantago tenuiflora*, содоминируют сорно-степные виды клоповников *Lepidium perfoliatum* и *L. ruderale*. Сообщества маловидовые, распределены пятнами разного размера вокруг подсыхающих низин береговой зоны озера. Общее проективное покрытие (далее – ОПП) – 60%, проективное покрытие (далее – ПП) мхов и лишайников – 10%. Флористический состав: *Bromus japonicus* Thunb. (sp2), *Crepis tectorum* L. (sp3), *Dichodon viscidum* (M. Bieb.) Holub (sp2), *Eremopyrum triticeum* (Gaertn.) Nevski (cop2), *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. (cop1), *Lepidium perfoliatum* L. (cop1), *L. ruderale* L. (cop1), *Matricaria recutita* L. (sp2), *Petrosimonia triandra* (Pall.) Simonk. (sp3), *Plantago tenuiflora* Waldst. & Kit. (cop1), *Poa bulbosa* L. (sp3), *Puccinellia dolicholepis* V.I.Krecz. (sp2).

По солончакам небольшими полосами тянутся галофитные сообщества ассоциации *Eremopyrum triticeum* + *Frankenia pulverulenta* + *Halocnemum strobilaceum*. Основу фитоценоза составляет полукустарничек *Halocnemum strobilaceum,* между кочками которого, расположены группировки *Eremopyrum triticeum* и *Frankenia pulverulenta. Halocnemum strobilaceum* – евроазиатский вид, произрастает в Европе, на Кавказе, в Средней и Центральной Азии, Западной и Средней Сибири, имеет узкую экологическую амплитуду, приурочен к солончакам. ОПП варьирует от 30 до 55%. ПП мхов и лишайников – до 5%. Сообщества характеризуются довольно бедным флористическим составом, отмечено 15-16 видов покрытосеменных растений. Флористический состав: *Atriplex aucheri* Moq. (sp2), *Bromus squarrosus* L. (sp3), *Eremopyrum*

orientale (L.) Jaub. & Sprach (cop2), *Frankenia pulverulenta* L. (cop2), *Halocnemum strobilaceum* (cop1), *Hornungia procumbens* (L.) Hayek (sp2), *Lepidium perfoliatum* (sp3), *L. ruderale* (sp2), *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv. (sp3), *Poa bulbosa* (sp2), *Polygonum patulum* Bieb. (sp2), *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. (sp2), *Scorzonera cana* (C.A. Mey.) O. Hoffm. (sp2), *Spergularia media* (L.) C. Presl (sp2). С северной стороны озера Цаган-Хаг широко распространены маловидовые галофитные сообщества с доминированием *Salicornia perennans* Willd.

В небольших понижениях, где длительное время сохраняется обводненность территории, развита галофитная луговая растительность. Широко распространены сообщества ассоциации *Pholiurus pannonicus + Eleocharis uniglumis + Juncus gerardii.* Основу фитоценоза составляют ситники: *Juncus gerardii* и *J. compressus* и *Eleocharis uniglumis,* между кочками которых доминирует *Pholiurus pannonicus.* Высокое постоянство имеет *Puccinellia distans.* ОПП – 80%, ПП мхов и лишайников – 15%. Флористический состав: *Artemisia santonicum* L. (sp2), *A. lercheana* Weber ex Stechm. (sp2), *Eleocharis uniglumis* (Link) Schult. (cop2), *Elytrigia pseudocaesia* (Pacz.) Prokud. (sp3), *Juncus gerardii* Loisel. (cop1), *J. compressus* Jacq. (sp3), *Lepidium perfoliatum* (sp2), *L. ruderale* (sp2), *Matricaria recutita* (sp2), *Poa bulbosa* (sp2), *Pholiurus pannonicus* (Host.) Trin. (cop3), *Puccinellia distans* (sp3), *Salsola soda* L. (sp3), *Trifolium retusum* L. (sp2).

Широко распространены дерновиннозлаковые и полукустарничково-дерновиннозлаковые сообщества. Это «долинные» степи древней долины Западного Маныча, формирующиеся под влиянием водного и солевого режимов, на грунтах и почвах надпойменных террас в процессе их остепнения [3-7]. Засоление почв и почвообразующих пород придает здесь растительному покрову галофитный и гемигалофитный характер. Часто растительность приобретает черты засоленных лугов и опустыненных полукустарничково-дерновиннозлаковых степей с высокой ценозообразующей ролью *Artemisia santonicum*. Растительный покров характеризуется комплексностью. Сообщества типчаково-ковылковых и ковылково-типчаковых степей развиваются в комплексе с лерхополынными, прутняково-лерхополынными, ромашниковыми, типчаково-ковыльными, мятликово-пырейно-типчаковыми. Эти сообщества в районе исследования представлены разными ассоциациями.

Сообщества ассоциации *Stipa ucrainica + Festuca rupicola* развиты на более высоких водораздельных пространствах. Они занимают южную и юго-западную оконечность озера Цаган-Хаг. Развиты на каштановых солонцеватых почвах, часто смытых. Важную ценозообразующую роль в их сложении играют плотнодерновинные злаки: *Stipa ucrainica* и *Stipa lessingiana*, *Festuca rupicola*, в меньшей степени *Festuca valesiaca, Koeleria pyramidata,* а также степной полукустарничек *Artemisia austriaca*. Разнотравье представлено скудно, что характерно для дерновинно-злаковых степей в целом. На некоторых участках заметную роль играют такие виды, как *Tanacetum achilleifolium*, *Phlomis pungens* и др. Сообщества ассоциации *Stipa ucrainica + Festuca rupicola (рисунок 2)* имеют площадь около 100 га, ОПП – 90%, ПП мхов и лишайников – 15%. Флористический состав: *Arenaria uralensis* Pall. ex Spreng. (sp2), *Artemisia austriaca* Jacq. (sp3), *Bellevalia speciosa* Woronow ex Grossh. (sp2), *Buglossoides arvensis* (L.) Johnst. (sp2), *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. (sp1), *Carduus uncinatus* Bieb. (sp1), *Carex melanostachya* Willd. (sp1), *C. stenophylla* Wahlenb. (sp3), *Cerastium syvaschicum* Kleopow (sp3), *Euphorbia leptocaula* Boiss. (sp2), *Festuca rupicola* Heuff. (cop2), *Koeleria pyramidata* (Lam.) P.Beauv. (sp1), *Lepidium perfoliatum* (sp2), *Medicago romanica* Prod. (sp1), *Myosotis micrantha* Pall. ex Lehm. (sp2), *Phlomis pungens* Willd. (sp1), *Poa bulbosa* (sp3), *Potentilla argentea* L. (sp2), *Ranunculus illyricus* L. (sp2), *Scorzonera mollis* M. Bieb. (sp2), *Sisymbrium altissimum* L. (sp1), *Stipa capillata* L. (sp2), *S. lessingiana* Trin. & Rupr. (sp3), *S. sareptana* A.Beck. (sp1), *S. ucrainica* P.A. Smirn. (cop3), *Taraxacum erythrospermum* Andrz. ex Besser (sp1), *Verbascum phoeniceum* L. (sp1), *Veronica arvensis* L. (sp2), *V. verna* L. (sp2).

По склонам и в прибрежной зоне по солонцам распространены сообщества с доминированием *Artemisia santonicum* (сантоникополынники). *Artemisia santonicum* – галофитный стержнекорневой корнеотпрысковый полукустарничек, имеющий причерноморско-казахстанский ареал. Полынь сантонинная является пустынно-степным видом, встречается во всех подзонах степной зоны, характерна для северной подзоны пустынной зоны, заходит в лесостепную [8-12]. Сантоникополынники в составе ассоциации *Artemisia santonicum + Leymus ramosus + Atriplex verrucifera + Bromus squarrosus* распространены по засолённым берегам озера Цаган-Хаг. ОПП – до 60%. ПП почвы мхами высокое, до 50-60%. В сообществе доминирует *Artemisia santonicum*, содоминирует ей галофитный полукустарничек *Atriplex verrucifera*, галофитный злак *Leymus ramosus* и сорный однолетний злак *Bromus squarrosus*. Среди злаков

принимают участие в составе сообщества *Poa bulbosa* и *Bromus japonicus.* Флористический состав: *Artemisia santonicum* (cop2), *A. lercheana* (sp3), *Atriplex aucheri* (sp3), *Bromus japonicus* (sp2), *B. squarrosus* (cop2), *Cerastium syvaschicum* (sp2), *Crepis tectorum* (sp3), *Draba verna* L. (sp2), *Galatella villosa* (L.) Rchb.f. (cop1), *Atriplex verrucifera* M.Bieb. (cop1), *Halocnemum strobilaceum* (sp1), *Lepidium perfoliatum* (sp3), *Leymus ramosus* (K.Richt.) Tzvelev. (cop1), *Myosurus minimus* L. (sp2), *Myosotis micrantha* (sp2), *Pastinaca clausii* (Ledeb.) Calest. (sp3), *Poa bulbosa* (cop1), *Psammophiliella muralis* (L.) Ikonn. (sp2), *Sedobassia sedoides* (Schrad.) Freitag & G. Kadereit (sp1), *Trinia hispida* (Hoffm.) Stank. (sp1), *Tulipa biflora* Pall. (sp2), *T. suaveolens* Roth (sp2), *Veronica polita* Fries (sp2).



Рисунок 2. Степные сообщества ассоциации *Stipa ucrainica* + *Festuca rupicola.*

В более увлажненных и пониженных участках береговой зоны озера Цаган-Хаг распространены переходные к луговым сообществам сантоникополынники в составе ассоциации *Artemisia santonicum* + *Leymus ramosus* + *Juncus compressus.* ОПП – до 60%. ПП почвы мхами до 20%. В сообществе доминирует *Artemisia santonicum*, содоминирует ей галофитный злак *Leymus ramosus* и *Juncus compressus.* Среди злаков принимают участие *Eremopyrum orientale, Poa bulbosa* и *Bromus japonicus.* Снижается роль галофитного полукустарничка *Atriplex verrucifera.* Флористический состав: *Artemisia austriaca* (sp3), *A. santonicum* (cop2), *A. lercheana* (sp3), *Atriplex aucheri* (sp2), *Atriplex verrucifera* (sp3), *Bromus japonicus* (sp2), *Cerastium syvaschicum* (sp2), *Crepis tectorum* (sp3), *Draba verna* (sp2), *Eremopyrum orientale* (sp2), *Eremogone longifolia* (Bieb.) Fenzl. (sp1), *Juncus compressus* (cop1), *Lepidium perfoliatum* (sp2), *Myosotis micrantha* (sp3), *Pastinaca clausii* (sp3), *Poa bulbosa* (sp3), *Podospermum canum* C.A. Mey. (sp2), *Polygonum patulum* (sp2), *Rochelia retorta* (Pall.) Lipsky (sp2), *Sedobassia sedoides* (sp2), *Veronica arvensis* (sp2), *V. verna* (sp2).

Степные сообщества, формирующиеся на эродированных склонах представлены житняково-ромашниковыми фитоценозами в составе ассоциации *Agropyron cristatum* + *Agropyron desertorum* + *Tanacetum achilleifolium*. ОПП – 90%, ПП мхов и лишайников – 15%. В сообществе доминируют плотнодерновинные злаки: *Agropyron cristatum* и *A. desertorum*, им содоминирует *Tanacetum achilleifolium*. Остальные виды представлены в незначительном количестве, что характерно для дерновиннозлаковых степей в целом. Из разнотравья можно отметить *Adonis aestivalis*, *Atriplex aucheri, Galium spurium.* В сообществах изредка отмечены редкие виды *Iris pumila* и *Tulipa suaveolens* (*T. schrenkii*). Флористический состав: *Adonis aestivalis* L. (sp3), *Agropyron cristatum* (L.) P.Beauv. (cop3), *A. desertorum* (Fisch. ex Link) Schult. (cop1), *Arenaria uralensis* (sp2), *Atriplex aucheri* (sp3), *Bromus japonicus* (sp3), *Camelina microcarpa* Andrz. ex DC. (sp2), *Crepis tectorum* (sp2), *Delphinium paniculatum* Host (sp2), *Descurainia sophia* (L.)

Webb ex Prantl. (sp2), *Galium spurium* L. (sp3), *Iris pumila* L. (sol), *Klasea erucifolia* (L.) Greuter & Wagenitz (sp2), *Lamium amplexicaule* L. (sp2), *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort. (sp2), *Myosotis micrantha* (sp2), *Poa bulbosa* (sp2), *Prangos odontalgica* (Pall.) Herrnst. & Heyn (sp2), *Rochelia retorta* (sp2), *Rumex crispus* L. (sp2), *Sedobassia sedoides* (sp2), *Senecio noeanus* Rupr. (sp2), *Sisymbrium altissimum* (sp2), *Tanacetum achilleifolium* (Bieb.) Sch. Bip. (cop1), *Tulipa suaveolens* (sp2).

На днищах лиманов распространены сообщества с доминированием *Elaeosticta lutea* в составе ассоциации *Elaeosticta lutea + Atriplex aucheri + Artemisia austriaca*. ОПП в ценозах высокое, до 100%. В сообществе, кроме *Elaeosticta lutea* доминируют *Atriplex aucheri* и *Artemisia austriaca*. Сообщество имеет высоту травостоя до 120 см, виды формируют 3 яруса. Верхний травяной ярус (до 120 см) сложен *Atriplex aucheri, Chaerophyllum prescottii, Elaeosticta lutea, Pastinaca clausii* и др. Второй ярус (до 60 см) представлен *Agropyron desertorum, Agropyron cristatum.* Третий ярус (до 40 см) представлен *Artemisia austriaca, Bromus japonicus, Cardaria draba, Festuca rupicola* и др. В сообществе злаки относительно разнообразны, но отмечены в небольшом количестве. Флористический состав: *Agropyron desertorum* (sp2), *A. cristatum* (sp2), *Allium regelianum* A. K. Becker (sol), *Artemisia austriaca* (cop1), *Atriplex aucheri* (cop2), *Bromus japonicus* (sp2), *Capsella bursa-pastoris* (sp2), *Cardaria draba* (L.) Desv. (sp2), *Carduus uncinatus* (sp1), *Chaerophyllum prescottii* DC. (sp2), *Crepis tectorum* (sp3), *Delphinium paniculatum* (sp2), *Descurainia sophia* (sp2), *Elaeosticta lutea* (Hoffm.) Kljuykov, M. Pimen. et V.Tichomirov (cop3), *Eryngium planum* L. (sp1), *Festuca rupicola* (sp2), *Filago arvensis* L. (sp2), *Galatella villosa* (sp3), *Goniolimon tataricum* (L.) Boiss. (sp3), *Klasea erucifolia* (L.) Greuter & Wagenitz (sp1), *Klasea cardunculus* (Pall.) Holub. (sp2), *Lamium amplexicaule* (sp2), *Lepidium perfoliatum* (sp2), *Lappula patula* (Lehm.) Menyharth. (sp2), *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (sp2), *Pastinaca clausii* (sp3), *Poa bulbosa* (sp2), *Podospermum canum* (sp1), *Polygonum patulum* (cop1), *Sedobassia sedoides* (sp1), *Stipa lessingiana* (sp2), *Tanacetum achilleifolium* (sp2), *Tragopogon dubius* Scop. (sp2), *Vicia villosa* Roth (sp2).

По степным ложбинкам и западинкам распространены сообщества с доминированием *Alopecurus pratensis, Chaerophyllum prescottii* и *Potentilla argentea.*

С северной оконечности озера Цаган-Хаг распространены кустарниковые сообщества с доминированием гребенщиков: *Tamarix gracilis* и *T. ramosissima*. Площадь таких сообществ в пределах участка Цаган-Хаг небольшая, около 4 тыс. кв км (0,4 га). Сообщества сформированы на сильно увлажненном и засоленном грунте. Основу кустарникового яруса составляет *Tamarix gracilis* с меньшим участием *T. ramosissima*. Содоминантом в сообществе выступает галофитный полукустарничек *Atriplex verrucifera.* Из других видов в сложении сообщества участвуют полыни: *Artemisia austriaca* и *A. santonicum,* а также кермеки: *Limonium caspium* и *L. gmelinii*, *Carex melanostachya*. ОПП кустарникового яруса – 60%, ОПП травянистого – 50%, ПП мхов и лишайников – 5%. Флористический состав: *Anisantha tectorum* (L.) Nevski. (sp2), *Artemisia austriaca* (sp3), *A. santonicum* (sp3), *A. lercheana* (sp2), *Atriplex verrucifera* (cop3), *Bromus japonicus* (sp3), *Carex melanostachya* (sp3), *Eremopyrum orientale* (sp1), *Erysimum repandum* L. (sp2), *Galium spurium* (sp2), *Holosteum umbellatum* L. (sp3), *Hymenolobus procumbens* (L.) Nutt. ex Schinz & Thell. (sp2), *Lamium amplexicaule* (sp3), *Lappula patula* (sp2), *Limonium caspium* (Willd.) P.Fourn. (sp3), *L. gmelinii* (Willd.) O. Kuntze. (sp3), *Myosotis micrantha* Pall. ex Lehm. (sp3), *Polygonum patulum* (sp2), *Puccinellia dolicholepis* (sp3), *Senecio noeanus* (sp2), *Sisymbrium altissimum* (sp2), *Tamarix gracilis* Willd. (cop2), *T. ramosissima* Ledeb. (sp3).

Водная растительность представлена маловидовыми сообществами с доминированием *Ruppia drepanensis* Tineo, ей содоминирует *R. maritima* L. Изредка отмечена *Althenia orientalis* (Tzvelev) García-Mur. & Talavera, которая на мелководьях образует придонные фитоценозы с незначительным участием *Ruppia maritima*. ОПП – до 80%.

В растительных сообществах территории исследования выявлено 10 редких видов растений, занесенных в региональную [13] и федеральную Красные книги [14, 15]: *Allium regelianum*, *Althenia orientalis*, *Bellevalia speciosa*, *Iris pumila*, *Stipa sareptana*, *S. ucrainica*, *Tamarix gracilis*, *Frankenia pulverulenta*, *Tulipa biflora*, *T. suaveolens*.

Список литературы

1. Полевая геоботаника / Акад. наук СССР. Ботан. ин-т им. В.Л. Комарова. М.; Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1964. 530 с.

2. The International Plant Names Index (IPNI): официальный сайт. URL: http://www.ipni.org (дата обращения: 10.11.2023).

3. Карта восстановленной растительности Центральной и Восточной Европы. М. 1: 2 500 000 / Под ред. С.А. Грибовой и Р. Нейхейсла. 1989. БИН РАН, 1996. 6 л.

4. Дёмина О.Н., Рогаль Л.Л., Дмитриев П.А. Синтаксономия степной растительности Государственного природного биосферного заповедника «Ростовский» // Биоразнообразие долины Западного Маныча: Труды Государственного природного биосферного заповедника «Ростовский». Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ, 2012. Вып. 5. С. 44-79.

5. Дёмина О.Н. Донская степь: растительный покров. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2017. 250 с.

6. Горбачев Б.Н., Зацепина Д.Я. О понятии «долинные степи» // Ботан. журн. 1968. Т. 53. № 6. С. 839-841.

7. Горбачев Б.Н. Растительность и естественные кормовые угодья Ростовской области (пояснительный текст к картам). Ростов н/Д: Ростиздат, 1974. 152 с.

8. Лысенко Т.М., Раков Н.С. Растительность засоленных почв Северного Низкого Заволжья (Ульяновская и Самарская области) // Растительность России. 2010. № 16. С. 27-39.

9. Лысенко Т.М. Растительность засоленных почв Поволжья в пределах лесостепной и степной зон. М., 2016. 329 с.

10. Сафронова И.Н. О подзональной структуре растительного покрова степной зоны в Европейской части России // Бот. журн. 2010. № 95(8). С. 1126-1133.

11. Сафронова И.Н. О полукустарничковом подтипе степного типа растительности // Тезисы докл. Труды XIV съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире». Махачкала, 2018. Т. 2. С. 129-131.

12. Горяев И.А. Галофитные полынники на прикаспийской низменности (в пределах Калмыкии) // Бот. журн. 2019. Т. 104. № 1.С. 93-106.

13. Красная книга Ростовской области. Т. 2. Растения и грибы. Ростов н/Д: Минприроды Рост. обл., 2014. 344 с.

14. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с.

15. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации «Об утверждении Перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации» от 23.05.2023 № 320 (Зарегистрирован Минюстом России 21.07.2023 г. рег. № 74362). URL: http://publication.pravo.gov.ru/ document/0001202307210008.

УДК 595.44(574)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-435-439

ФАУНА ПАУКОВ ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

SPIDER FAUNA OF SEMIDESERT ZONE OF THE WEST-KAZAKHSTAN AREA

Есюнин С.Л.[1], Кабдрахимов А.А.[2]
Esyunin S.L.[1], Kabdrakhimov A.A.[2]

[1]Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия
[2]Западно-Казахстанский университет имени М. Утемисова, Уральск, Казахстан
[1]Perm State University, Perm, Russia
[2]Mahambet Otemisov West Kazakhstan University, Uralsk, Kazakhstan

E-mail: [1]Sergei.Esyunin@psu.ru, [2]Kab.ali93@mail.ru

Аннотация. На основании литературных данных проведен таксономический и зоогеографический анализ фауны пауков полупустынной зоны Западно-Казахстанской области (ЗКО). На данный момент в фауне пауков полупустынной зоны ЗКО насчитывается 223 вида, из 111 родов 22 семейств. Наибольшим видовым разнообразием характеризуются 3 семейства: Gnaphosidae (47 видов; 21,0%), Linyphiidae (32 вида; 14,4%) и Salticidae (31 вид; 13,9%). Высокое видовое разнообразие имеют 5 семейств Lycosidae и Philodromidae (по 17 видов; 7,7%), Araneidae и Theridiidae (по 16 видов; 7,2%) и Thomisidae (15 видов; 6,7%). Фаунистический таксономический индекс ЗКО: Gna-Lin-Sal-(Ara-The)- (Lyc-Phi)-Tho. Рода *Zelotes, Thanatus*, *Gnaphosa*, *Attulus, Xysticus* и *Pardosa* имеют наивысшее видовое разнообразие в фауне ЗКО. В фауне ЗКО наиболее многочисленны палеарктические (43,5%) и древнесредиземноморские (40,8%) виды. Эндемизм фауны не выражен. Фауна имеет аллохтонный характер.

Ключевые слова: фауна, пауки, таксономическая структура, зоогеографическая структура, разнообразие, полупустыня, Казахстан.

Abstract. Based on literary data, a taxonomic and zoogeographical analysis of the spider fauna of the semi-desert zone of the West Kazakhstan Area (WKA) was carried out. To date, 223 spider species in 111 genera of 22 families have been found in the fauna of the semi-desert zone of the WKA. Three families, Gnaphosidae (47 species; 21.0%), Linyphiidae (32 species; 14.4%) and Salticidae (31 species; 13.9%), are characterized by the greatest species diversity in the fauna studied. Five families, Lycosidae and Philodromidae (17 species each; 7.7%), Araneidae and Theridiidae (16 species each; 7.2%) and Thomisidae (15 species; 6.7%) are characterized by a high species diversity as well. The faunistic taxonomic index for WKA is Gna-Lin-Sal-(Ara-The)- (Lyc-Phi)-Tho. The genera *Zelotes*, *Thanatus*, *Gnaphosa*, *Attulus*, *Xysticus* and *Pardosa* show the highest species diversity in the WKA fauna. The Palearctic (43.5%) and ancient-Mediterranean (40.8%) species are characterized by the most numerous in the WKA fauna. Endemism of the fauna is not expressed. The fauna is allochthonous.

Key words: fauna, spider, taxonomic structure, zoogeographical structure, diversity, semidesert, Kazakhstan.

Исследования пауков полупустынной зоны Западно-Казахстанской области (далее ЗКО) стартовали в 1976-1977 гг., когда в рамках проекта «Пауки полупустынной зоны СССР» А.В.Пономаревым были проведены сборы в окрестностях поселков Жанаказан и Тайпак. Окончательные итоги обработки материалов из этой коллекции были опубликованы недавно [12]. Собранные коллекции содержали 18 и 22 вида пауков, соотвественно из Жанаказан и Тайпак. Исследования по фауне и экологии пауков Джаныбекского стационара стартовали в 1982 г. [9, 10]. В обработке Джанибекской коллекции приняли участие ведущие ученые арахнологи СССР – К.Г. Еськов, Д.В. Логунов, К.Г. Михалов, В.И. Овчаренко, А.В. Танасевич. Итоги этой работы были подведены уже в XXI веке [11]. Всего на стационаре было зарегистрировано 200 видов пауков.

На современном этапе исследования фауны пауков полупустынной зоны проводятся нами с 2022 г. [5, 13]. На данный момент в полупустынной зоне ЗКО обнаружено 223 вида из 111 родов 22 семейств *(таблица 1)*. Цель данной работы – провести таксономический и зоогеографический анализ известной фауны.

Материалы и методы. Материалом для нашего анализа явились ранее опубликованные списки видов из 19 локалитетов, располагающихся в пределах полупустынной зоны ЗКО *(рисунок 1)*. Списки видов из трех локалитетов (Джанибек, Жанаказан, Тайпак) были критически

проанализированы нами ранее [6]. Данные о видах, пойманных в других 17 локалитетах, представлены нами ранее [13].

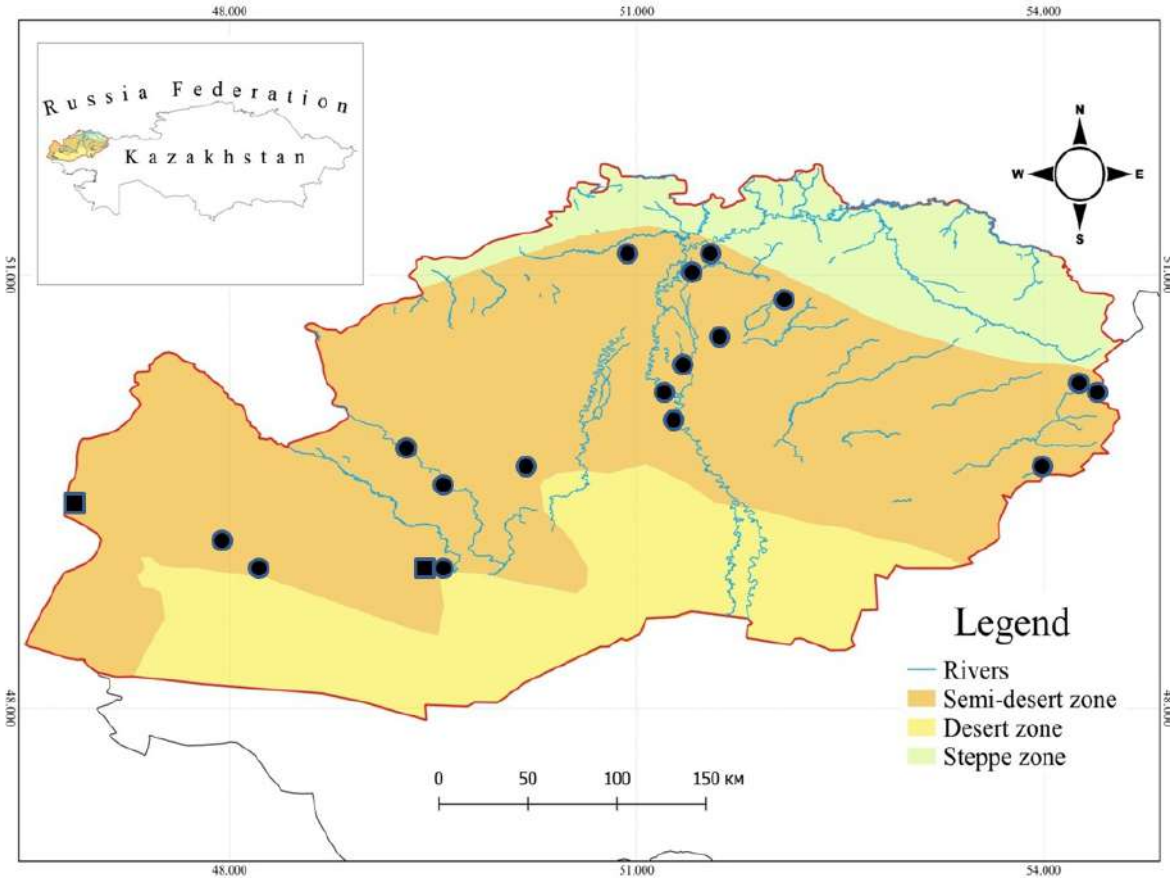


Рисунок 1. Точки сбора пауков полупустынной зоны Западно-Казахстанской области.

При анализе таксономической структуры зональной фауны весьма полезен фаунистический таксономический индекс Л.Н. Медведева [8], далее по тексту – ФТИ.

При анализе зоогеографической структуры фауны пауков мы исходили из модели трехмерного ареала К.Б. Городкова [2, 3]. Однако из-за недостаточности сведений о зональной принадлежности большинства центральноазиатских видов пауков мы ограничились анализом, только долготной составляющей ареала. Классификация ареалов в целом соответствует классификации, предложенной К.Б. Городковым [1]. Типы ареалов, отсутствующие в классификации К.Б. Городкова, приведены с учетом районирования центральной Азии, предложенного О.Л. Крыжановским [7].

Результаты и обсуждение. *Таксономическая структура фауны.* На данный момент в фауне пауков полупустынной зоны ЗКО насчитывается 223 вида *(таблица 1)*. Наибольшим видовым разнообразием характеризуются три семейства: Gnaphosidae, Linyphiidae и Salticidae. Высокое видовое разнообразие имеют пять семейств – Araneidae, Lycosidae, Philodromidae, Theridiidae и Thomisidae. Аналогичный состав и последовательность семейств пауков с наивысшим разнообразием характерны и для ЗКО в целом [6]. Однако в фауне области пауки-волки и пауки-бокоходы более разнообразны, чем пауки-кругопряды.

Таблица 1

Таксономическая структура фауна пауков полупустынной зоны ЗКО

Семейства	Количество родов	Количество видов	Доля видов (%)
Agelenidae	1	1	0,4
Araneidae	10	16	7,2
Cheiracanthidae	1	3	1,3

Семейства	Количество родов	Количество видов	Доля видов (%)
Clubionidae	1	1	0,4
Dictynidae	6	7	3,3
Eresidae	1	1	0,4
Gnaphosidae	**15**	**47**	**21,0**
Hahniidae	1	1	0,4
Linyphiidae	**23**	**32**	**14,4**
Liocranidae	2	3	1,3
Lycosidae	8	17	7,7
Mimetidae	1	2	0,9
Miturgidae	1	1	0,4
Oxyopidae	1	4	1,8
Philodromidae	4	17	7,7
Pholcidae	1	1	0,4
Pisauridae	1	1	0,4
Salticidae	**13**	**31**	**13,9**
Theridiidae	10	16	7,2
Thomisidae	7	15	6,7
Titanoecidae	2	5	2,3
Uloboridae	1	1	0,4
Всего	111	223	100,0

ФТИ пауков полупустынной зоны ЗКО выглядит следующим образом – **Gna-Lin-Sal-**(Ara-The)**-**(Lyc- Phi)-Tho. Для сравнения ФТИ Западно-Казахстанской области – **Gna-(Sal, Lin)-**Lyc**-**Tho-Ara**-**(Phi, The).

Зональную специфику фауны хорошо отражает перечь родов с наибольшим видовым разнообразием. Для полупустынь Западного Казахстана эта последовательность следующая: *Zelotes* (9), *Thanatus* (8), *Gnaphosa* и *Attulus* (7), *Xysticus* и *Pardosa* (6), *Alopecosa* и *Heliophanus* (5 видов).

Зоогеографическая структура фауны. Встречающиеся в ЗКО виды пауков по долготной составляющей их ареалов можно отнести к пяти группам ареалов *(таблица 2)*. Наиболее многочисленны среди них палеарктические и древнесредиземноморские виды, которые составляют 84,3% фауны. Несмотря на близость к Европе, в фауне ЗКО редки виды из европейско-сибирской группы, в том числе виды с европейским ареалом.

Голарктические виды почти целиком представлены экологически пластичными полизональными циркумголарктическими видами. Большинство из них это луговые хортобионтные виды: *Hypsosinga pygmaea* (Sundevall, 1831), *Microlinyphia impigra* (O. Pickard-Cambridge, 1871), *M. pusilla* (Sundevall, 1830), *Philodromus cespitum* (Walckenaer, 1802), *Phylloneta impressa* (L. Koch, 1881), *Tibellus maritimus* (Menge, 1875), *T. oblongus* (Walckenaer, 1802). Реже среди них встречаются виды, обитающие на поверхности почвы, такие как *Haplodrassus signifer* (C. L. Koch, 1839), *Micaria rossica* Thorell, 1875 и *Steatoda albomaculata* (De Geer, 1778).

В палеарктической группе наиболее многочисленны западно-центральнопалеарктические и транспалеарктические виды. Западнопалеарктических видов относительно немного *(таблица 1),* большей частью тяготеющие к ксерофитным местообитаниям. Это такие виды как *Argenna patula* (Simon, 1874), *Bassanioides robustus* (Hahn, 1832), *Berlandina cinerea* (Menge, 1868), *Eresus kollari* F.W. Rossi, 1846, *Thanatus arenarius* Thorell, 1872 и *T. pictus* L. Koch, 1881.

Таблица 2

Зоогеографический состав фауны пауков полупустынной зоны Западно-Казахстанской области

Группы и варианты ареалов	Кол-во видов	Доля видов (%)
1. Космополитные	**2**	**0,8**
1.1. Космополитные	1	0,4
1.2. Субкосмополитный	1	0,4

Группы и варианты ареалов	Кол-во видов	Доля видов (%)
2. Голарктические	**13**	**5,8**
2.1. Циркумголарктические	11	4,9
2.2. Транснеарктическо-западнопалеарктический	1	0,4
2.3. Гренландско-западносибирский	1	0,4
3. Палеарктические	**98**	**43,9**
3.1. Транспалеарктические	37	16,6
3.2. Амфипалеарктический	1	0,4
3.3. Западно-центральнопалеарктические	48	21,5
3.4. Западнопалеарктические	11	4,9
4. Древнесредиземноморские	**90**	**40,8**
4.1. Западно-центральнодревнесредиземноморские	13	5,8
4.2. Западнодревнесредиземноморские	5	2,2
4.3. Восточноевропейско-центральнодревнесредиземноморские	15	6,7
4.4. Центральнодревнесредиземноморские	18	8,1
4.5. Восточноевропейско-центрально-восточнодревнесредиземноморские	2	0,9
4.6.Центрально-восточнодревнесредиземноморские	3	1,3
4.7. Европейско-казахстанские	2	0,9
4.8. Восточноевропейско-казахстанские	9	4,0
4.9. Казахстанский	24	10,8
5. Европейско-сибирские	**11**	**4,9**
5.1. Восточноевропейско-сибирский	1	0,4
5.3. Европейско-среднесибирские	1	0,4
5.2. Европейско-западносибирские	4	1,8
5.4. Европейский	5	2,2
Неизвестные	9	4,0
Кол-во видов	223	100,0

Для полупустынной зоны наиболее показателен состав видов, имеющих древнесредиземноморский ареал. В этой группе наиболее многочисленны виды с казахстанским, центральнодревнесредиземноморским и западно-центральнодревнесредиземноморским типами ареалов (табл. 2). Виды с предположительно средиземноморским генезисом немногочисленны: *Agraecina lineata* (Simon, 1878), *Archaeodictyna minutissima* (Miller, 1958), *Marinarozelotes malkini* (Platnick et Murphy, 1984), *Rhyzodromus hierosolymitanus* (Levy, 1977), *Xysticus marmoratus* Thorell, 1875. Виды, распространенные от Прикаспия (или Восточной Европы) до восточных пределов древнего Средиземноморья, так же немногочисленны и многие из них относятся к монотипическим родам. По последней причине невозможно выдвинуть правдоподобную гипотезу об их месте происхождения. Таковы *Araneus pallasi* (Thorell, 1875), *Ero koreanus* Paik, 1967, *Mesasigone mira* Tanasevitch, 1989, *Mustelicosa dimidiata* (Thorell, 1875).

Эндемичных для полупустынной зоны ЗКО видов пауков почти нет. Всего два вида пауков (1,4% фауны) известны только из ЗКО или из ЗКО и соседних регионов. По всей видимости, можно утверждать, что территория ЗКО являлась транзитной зоной для миграции пауков с запада на восток и с востока на запад.

Из двух условно эндемичных видов Деваде казахстанская (*Devade kazakhstanica* Esyunin et Efimik, 2000) распространена в полупустынных биотопах ЗКО: Атырауской и Мангыстауской областях [4]. Родственные ей виды распространены в пределах Древнего Средиземноморья: на юге Европы, в северной Африке, Ближнем Востоке, Центральной Азии, а также в Монголии и Китае. Второй вид, *Walckenaeria stepposa* Tanasevitch et Piterkina, 2007, является обитателем полупустынных ландшафтов ЗКО и прилегающих районов Атырауской области, где приурочен к степным ассоциациям и мелкобугристым песках [14].

Таким образом, фауна полупустынной зоны ЗКО слагается в основном из широко распространенных видов. Это отражается не только в преобладании видов из палеарктической и древнесредиземноморский групп и видов с западно-центральнопалеарктическим и

транспалеарктическим типом ареалов, но и в высокой доле видов с наиболее обширными типами ареалов: казахстанским, центрально-древнесредиземноморским, западно-центральнодревнесредиземноморским. Эндемизм фауны пауков полупустынной зоны ЗКО практически отсутствует. По всей видимости, территория ЗКО ни в историческом прошлом, ни сейчас не является центром видообразования. Фауна региона отчетливо имеет аллохтонный характер.

Список литературы

1. Городков К.Б. Типы ареалов насекомых тундры и лесных зон европейской части СССР // Ареалы насекомых Европейской части СССР: атлас; карты 179-221. Л.: Наука, 1984. С. 3-20.
2. Городков К.Б. Трехмерная климатическая модель потенциального ареала и некоторые ее свойства. 1 // Энтомологическое обозрение. 1985. Т. 64, вып. 2. С. 295-310.
3. Городков К.Б. Трехмерная климатическая модель потенциального ареала и некоторые ее свойства. 2 // Энтомологическое обозрение. 1986. Т. 65, вып. 1. С. 81-95.
4. Есюнин С.Л., Ефимик В.Е. Обзор пауков рода *Devade* (Aranei, Dictynidae) фауны Средней Азии и юга России // Зоологический журнал. 2000. Т. 79, вып. 6. С. 679-685.
5. Есюнин С.Л., Пономарёв А.В., Кабдрахимов А.А. Фауна пауков (Aranei) Западно-Казахстанской области, часть 1: Новые находки с таксономическими замечаниями // Евразиатский энтомологический журнал. 2023. Т. 22.
6. Есюнин С.Л., Пономарёв А.В., Кабдрахимов А.А. Фауна пауков (Aranei) Западно-Казахстанской области, часть 2: Обзор фауны, таксономическая структура фауны // Евразиатский энтомологический журнал. 2023. Т. 22.
7. Крыжановский О.Л. Состав и происхождение наземной фауны Средней Азии. (Главным образом на материале по жесткокрылым). Л.: Наука, 1965. 420 с.
8. Медведев Л.Н. Об использовании количественного метода в зоогеографии // Успехи современной биологии. 1993. Т. 113, вып. 6. С. 731-740.
9. Михайлов К.Г. Фауна и экология пауков (Arachnida, Aranei) глинистой полупустыни Северо-Западного Прикаспия // Научная конференция «Животный мир Южного Урала и Северного Прикаспия». Оренбург, 1984. С. 10-11.
10. Михайлов К.Г. Фауна и экология пауков (Arachnida, Aranei) глинистой полупустыни Западного Прикаспия // Фауна и экология пауков СССР / Труды Зоологического ин-та АН СССР. 1985. Т. 139. С. 63-71.
11. Питеркина Т.В., Михайлов К.Г. Глава III. Аннотированный список пауков (Aranei) Джаныбекского стационара // Животные глинистой полупустыни Заволжья (конспекты фаун и экологические характеристики). М.: Т-во научных изданий КМК, 2009. С. 62-88.
12. Пономарев А.В. Пауки (Arachnida: Araneae) Юго-востока Русской равнины: каталог, особенности фауны. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного научного центра РАН, 2022. 640 с.
13. Esyunin S.L., Kabdrakhimov A.A. New data on the spider fauna of West Kazakhstan Region (Arachnida: Araneae) // Bulletin of Perm University. Biology. 2023. No.1. P.19-30.
14. Tanasevitch A.V., Piterkina T.V. Four new species of the spider family Linyphiidae (Aranei) from clay semidesert of Western Kazakhstan // Arthropoda Selecta. 2007. Vol. 16, No. 1. P. 23-28.

УДК 581.55:528.88
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-440-442

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИХ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ

MAPPING STEPPE ECOSYSTEMS TO ASSESS THEIR CURRENT STATE

Жарникова М.А., Алымбаева Ж.Б.
Zharnikova M.A., Alymbaeva Zh.B.

Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия
Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

E-mail: zharnikova@binm.ru

Аннотация. В работе представлены результаты исследования степной растительности, рассмотрен опыт ее картографирования с использованием спутниковых снимков, беспилотных летательных аппаратов и традиционных геоботанических методов. В ходе исследования были созданы карты растительности разного масштаба. Показано, что комбинированный подход, объединяющий данные с различных источников, позволяет получить более полное представление о структуре и функционировании степных экосистем. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения такого подхода для их геоботанического картографирования и оценки состояния. Дальнейшие исследования в этом направлении могут способствовать более эффективному управлению природными ресурсами и сохранению биоразнообразия степных регионов.

Ключевые слова: картографирование, степная растительность, спутниковые снимки, беспилотный летательный аппарат, экологическое состояние.

Abstract. The paper presents the results of a study of steppe vegetation, considers the experience of its mapping using satellite images, unmanned aerial vehicles and traditional geobotanical methods. During the study, vegetation maps of different scales were created. It is shown that a combined approach combining data from various sources allows us to obtain a more complete understanding of the structure and functioning of steppe ecosystems. The results obtained indicate the promise of using this approach for their geobotanical mapping and condition assessment. Further research in this direction may contribute to more efficient management of natural resources and conservation of biodiversity in steppe regions.

Key words: mapping, steppe vegetation, satellite images, unmanned aerial vehicle, ecological state.

Введение. Картографирование степной растительности является актуальной задачей, поскольку степные экосистемы играют важную роль в сохранении биоразнообразия и устойчивости природных сообществ. В условиях современных климатических изменений в совокупности с длительным антропогенным воздействием степная растительность претерпевает изменения, которые порой приводят к трансформации экосистем. Неотъемлемой частью оценки их экологического состояния и мониторинга является составление актуальных геоботанических карт, отражающих современное состояние. Они дают возможность получить представление о пространственно-структурной организации растительности, выявить участки, подверженные деградации, что необходимо для разработки мер по сохранению биоразнообразия и определения оптимального использования земель с учетом их природных особенностей.

С появлением новых методов сбора и обработки данных, таких как дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и геоинформационные системы (ГИС) возможности анализа и визуализации растительного покрова значительно расширились. Спутниковые данные позволяют получать информацию о растительности на больших территориях. Снимки высокого разрешения, полученные с БПЛА, оснащенных специализированными камерами и сенсорами, позволяют детализировать информацию. Полевые геоботанические методы с составлением карт необходимы для проверки и верификации данных, полученных с помощью ДЗЗ и БПЛА, что в совокупности позволяет обеспечить точность и достоверность полученных карт разного масштаба.

Целью данного исследования является изучение степной растительности на примере модельного полигона и создание геоботанических карт, отражающих ее разнообразие и пространственное распределение.

Материалы и методы. Выбранный полигон представляет собой степной участок, находящийся южнее г. Улан-Батор (Монголия). По физико-географическому районированию

находится в Онон-Хэнтэйская котловинно-горнотаежной провинции Южно-Сибирско-Хангай-Хэнтэйской горной области [1]. По ботанико-географическому районированию – в Центральноазиатской (Даурско-Монгольской) подобласти степной области Евразии [2]. Согласно почвенно-экологическому районированию расположен в низко- и среднегорно-долинном Юго-Западном Хэнтэйском округе горных темнокаштановых маломощных щебнистых, темногумусовых метаморфизованных, темно-каштановых с темногумусовыми типичными, аллювиальными, местами торфяными эутрофными почвами Хэнтэйской высоко-, средне-, низкогорной, горно-долинной провинции [3]. Климат территории резко-континентальный, обусловленный горно-котловинным рельефом и изолированностью от смягчающих влагопереносящих потоков [4]. В зимний период происходит воздействие восточносибирского или центрально-азиатского антициклона, а летом погоду определяет западный атмосферный перенос, периодически сменяющийся проникающими сюда тихоокеанскими муссонами [5].

Для сбора данных использовались методы дистанционного зондирования и полевые геоботанические исследования. Описание и характеристика выделенных растительных сообществ проводилась по общепринятым геоботаническим методам [6]. Аэрофотосъемка местности выполнена с беспилотного летательного аппарата с пространственным разрешением 0,5 м, в качестве спутниковой информации использованы снимки Landsat 8 с разрешением 30 м.

Результаты и обсуждение. Степи территории исследования отличаются особенностями высотного распределения с присутствием горностепных видов. Выделено 8 ассоциаций, объединенных в 4 формации (*таблица 1*).

Таблица 1

Степная растительность модельного полигона

Микротермно-эуксерофильный эколого-исторический ряд	Флороценотип горных степей	Формации	Ассоциации
		полидоминантно-мелкодерновиннозлаковая	растопыреннозмеевково-мелкодерновиннозлаковая
			разнотравно-мелкодерновиннозлаковая
		низкоразнотравная	кистевидномятликово-злаковая
		нителистниковая	хамеродесово-нителистниковая
			злаково-нителистниковая
		твердоватоосочковая	китайсковострецово-твердоватоосочковая
			бесстебельнолапчатково-твердоватоосочковая
			растопыреннозмеевково-твердоватоосочковая

На основе дешифрирования спутниковых снимков и обработки полевых геоботанических описаний создана крупномасштабная карта модельного полигона (М 1:100000, М 1:50000) с детализацией по ортофотоплану для ключевого участка (М 1:10000). Для анализа и раскрытия пространственной структуры степных сообществ использованы характеристики элементов рельефа (высоты местности над уровнем моря, экспозиции и крутизны склона), полученные на основе цифровой модели рельефа (ЦМР) SRTM GDEM v. 4. Кроме того, выполнено моделирование рельефа ключевого участка по ЦМР, полученной съемкой с борта БПЛА. При разработке легенды к карте использовались единицы эколого-фитоценотической классификации. Подразделения легенды соответствуют делению по структурному признаку на гомогенную и гетерогенную растительность. На территории исследования выделено 18 сообществ, включающих 5 комплексов и 7 сочетаний. На вершинах и склонах гряд формируются экспозиционные сочетания и петрофитные комплексы с чередованием по склону каменистых низкоразнотравных (*Eremogone capillaries, Chamaerhodos altaica, Thymus sp*.) группировок на мелкощебнистых россыпях с фоновыми мелкодерновиннозлаковыми (*Koeleria cristata, Poa botryoides*) степями. В долинах развитие получают комбинации различных дигрессионных вариантов степей.

Полученные цифровые модели рельефа, карты экспозиции и крутизны склонов определили основные экологические факторы, влияющие на распространение сообществ. Результаты сопоставимы с проведенным ординационным анализом. Выявлено, что петрофитные

низкоразнотравные сообщества тяготеют к защебненным, но увлажненным почвам по вершинам гряд. Сообщества нителистниковых и мелкодерновиннозлаковых степей произрастают на довольно богатых почвах в условиях среднестепного увлажнения. Хамеродесово-нителистниковые степи занимают склоны северо-западной экспозиции, а злаково-нителистниковые на северо-восточной. Растопыреннозмеевково-мелкодерновиннозлаковые на склонах юго-западной экспозиции, а разнотравно-мелкодерновиннозлаковые на юго-восточных. Твердоватоосочковые сообщества тяготеют к более увлажненным позициям, так как дигрессионные варианты горно-луговых степей как правило сосредоточены в основном в придолинной части, где достаточно велика пастбищная нагрузка. Их ассоциации встречаются на всех склонах по западинам и мелкоземистым понижениям в составе комплексов и сочетаний.

Заключение. Таким образом, сочетание современных технологий с традиционными методами составления карт позволяет создать детальные и точные карты растительности, что является важным инструментом для мониторинга и управления природными ресурсами.
Интеграция данных спутниковых систем и БПЛА играет важную роль при учете региональных особенностей и позволяет более точно выявить закономерности в пространственном распределении. Дополнительны преимуществом данных с БПЛА и спутниковых снимков является возможность проведения временного анализа. Это особенно актуально для оценки состояния экосистем, выявления динамики в растительности под воздействием интенсивной антропогенной деятельности в сочетании с происходящими изменениями климата.

Работа выполнена в рамках государственного задания БИП СО РАН.

Список литературы

1. Суворов Е.Г., Даш Д. Физико-географическое районирование и геосистемы // Экологический атлас бассейна озера Байкал. Иркутск, Улан-Батор, Улан-Удэ: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. С. 47-48.

2. Лавренко Е.М., Карамышева З.М., Никулина Р.И. Степи Евразии. Л.: Наука, 1991. 146 с.

3. Убугунов Л.Л., Белозерцева И.А., Убугунова В.И., Сороковой А.А. Районирование почв бассейна озера Байкал: экологический подход // Природа Внутренней Азии. 2019. № 2. С. 40-59.

4. Мурзаев Э.М. Центральная Азия. Северная Монголия // Зарубежная Азия. М., 1956. С. 235-248.

5. Экосистемы бассейна Селенги / Отв. ред. Е.А. Востокова, П.Д. Гунин. М.: Наука, 2005. 359 с.

6. Полевая геоботаника. Т. 4. / Под общ. ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. Л.: Наука, 1972. 336 с.

УДК 574.9+591.522+591.526+591.9+599.322574.9
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-443-449

К СОСТОЯНИЮ РЕИНТРОДУЦИРОВАННЫХ СУРКОВ В ДВУХ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЗАПОВЕДНИКАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

ON THE STATE OF REINTRODUCED MARMOTS IN TWO FOREST-STEPPE RESERVES OF EUROPEAN RUSSIA

Жигарев И.В., Румянцев В.Ю.
Zhigarev I.V., Rumiantsev V.Yu.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Географический факультет, кафедра биогеографии, Москва, Россия
Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Biogeography, Moscow, Russia

E-mail: iv_ji99@mail.ru

Аннотация. Степной сурок – один из типичных грызунов восточно-европейской степи и лесостепи. В середине XX в. европейские популяции этого вида оказались на грани исчезновения. Затем, благодаря охранным мероприятиям и реинтродукции, ареал и популяции сурка были в значительной степени восстановлены. В работе собраны и представлены данные о двух восстановленных колониях сурка в лесостепи Европейской России. Исследования проводились в заповедниках: Центрально-Черноземном (Стрелецкая степь) и «Приволжская лесостепь» (Островцовская лесостепь). Были описаны численность, поведение и возрастной состав сурков. Составлены карты поселений сурков, для каждой норы указаны её координаты и тип (временная или постоянная). Подсчитаны плотность населения и число нор, приходящихся на одного сурка. Всего в Стрелецкой степи обитает 12 сурков, из них 10 – на участке «Пастбище» (7 взрослых и 3 молодых) и 2 – на участке «Восстанавливаемая степь» (оба взрослые). В Островцовской лесостепи отмечено 48 сурков, из них 40 на востоке, 2 – на юго-востоке, 6 – на западе. Они объединены в 8 семей, из которых 6 живут на востоке и по одной – на юго-востоке и западе. Из 48 особей, 29 (61%) – сеголетки. Среднее количество сурков на семью – 6, из них 3,6 – сеголетки.

Ключевые слова: Степной сурок, лесостепь, реинтродукция, колония, структура поселения.

Abstract. The bobak marmot is one of the typical rodents in the Eastern European steppe and forest-steppe. In the middle of the XX century, european populations of this species were on the edge of extinction. Then, thanks to conservation measures and reintroductions, the population and habitat of the bobacs were successfully restored. This study presents data on two marmot colonies artificially restored in the forest-steppe of European Russia. The research was processed in the reserves: Centralno-Chernozemny Reserve and the Privolzhskaya Lesostep Reserve. The number, behavior and age composition of marmots (adults and fingerlings) were described. Maps of marmot settlements were also compiled, coordinates and type of burrow (temporary and permanent) were indicated for each burrow. Population density and number of burrows per individual animal were calculated. In total, 12 marmots living in the Streletskaya steppe, 10 of them are in the "Pasture" locality (7 adults and 3 juveniles) and 2 are in the "Restored Steppe" locality (both of them are adult). 48 marmots were recorded in the Ostrovtsovskaya forest-steppe, 40 of them in the east, 2 in the southeast, 6 in the west. They are forming 8 families, of which 6 live in the east and one each in the southeast and west. Out of 48 individuals, 29 (61%) are cubs (juneniles). The average number of marmots per family is 6, and 3,6 of them are cubs.

Key words: Bobak marmot, forest-steppe, reintroduction, colony, settlement structure.

Введение. Степной сурок, или байбак (*Marmota bobak* Müll., 1776) – один из типичных грызунов восточноевропейской лесостепи и степи, а также степей Заволжья и Казахстана. Этот крупный колониальный норный грызун играл важную роль в экосистемах лугово-степных биотопов. Сурки были одними из важнейших и многочисленнейших травоядных животных, а их бутаны в значительной степи формировали микрорельеф степных и лесостепных территорий. В XIX-XX веках ареал степного сурка в Европе, особенно к западу от Волги, был сильно фрагментирован и в значительной степени утерян, а численность значительно резко сократилась из-за почти полной распашки степей и массовой охоты. Кроме того, сурок часто признавался вредителем сельского хозяйства. В середине XX века европейские популяции данного вида оказались на грани исчезновения. Затем, благодаря охранным мероприятиям и многочисленным реинтродукциям и интродукциям, популяция и ареал байбака были в значительной степени восстановлены.

С 60-х годов XX века было создано множество искусственных колоний байбака в различных регионах России. Их создание продолжается и в настоящее время. Судьба таких

поселений различна. Одни из них успешно функционируют, а сурки в них достигают высокой численности и успешно расселяются, другие стабильно существуют при низкой численности байбаков, третьи исчезают по различным причинам.

Материалы и методы. В июне-июле 2023 г. обследовано два искусственно созданных поселения степного сурка в двух заповедниках – Государственном природном биосферном Центрально-Чернозёмном заповеднике и Государственном природном заповеднике «Приволжская лесостепь». Описаны численность, поведение и возрастной состав сурков (взрослые и сеголетки), состав и территориальная приуроченность семейных групп. Особи доминантной пары и годовалые сурки учитывались вместе как «взрослые». Особи текущего года рождения (сеголетки) определялись как «молодые». Гнездовые (зимовочные и летние) норы учитывались как «постоянные». Под «группой нор» понималось несколько выходов в пределах одного бутана или не далее 5 м от его центра. Составлены карты поселений с норами и тропами сурков, для каждой норы были указаны координаты и тип норы (временная и постоянная). Подсчитаны плотность населения и количество нор, приходящихся на одного сурка. При работе с картографическими материалами использовалась программа MapInfo Professional 15.0.1.

В Центрально-Черноземном заповеднике исследование проводилось на территории «Стрелецкая степь» на двух участках. Сурки изучались путем визуальных наблюдений с биноклем. Отмечались координаты нор и групп нор, исследовалась система троп сурков. В заповеднике «Приволжская лесостепь» исследование проводилось на территории «Островцовская лесостепь» на трех участках. Вместе с визуальными наблюдениями использовались данные фотоловушек типов KeepGuard и SeeLock, установленных в 9 пунктах рядом с основными норами семейных групп байбаков.

Результаты и обсуждение. Центрально-Черноземный заповедник расположен в Курской области, на западе Среднерусской возвышенности [1]. Стрелецкий участок, площадью 2046 га, простирается с запада на восток на 8 км, а с севера на юг – на 1,5-2,5 км [2]. Растительность представлена лесными и лугово-степными сообществами. Степи и луга занимают 870 га, или около 42,5% участка. В основном это луговые степи с доминированием злаков – ковыли перистый (*Stipa pennata*) и узколистый (*S. tirsa*), кострец береговой (*Bromopsis riparia*), райграс высокий (*Arrhenaterium elatius*) типчак (*Festuca valesiaca*), тонконог гребенчатый (*Coeleria cristata*), местами растут степные кустарники [3]. Особенность Стрелецкого участка – наличие реликтовых сурчин [4]. Учеты сурков в 2023 г. здесь проводились на двух территориях – «Восстанавливаемая степь» (1 га) и «Пастбище» (около 20га). «Восстанавливаемая степь» регулярно выкашивается и покрыта злаковой луговой степью. «Пастбище» находится под влиянием выпаса и покрыто злаково-разнотравной луговой степью, зарастающей кустарниками.

В Курской области (губернии) к началу XX в. байбак полностью исчез [4]. Его реинтродукция в Центрально-Черноземном заповеднике была начата в 2013 году путем выпуска 40 сурков на «Пастбище». Было подготовлено 10 искусственных семейных участков, созданных на месте реликтовых сурчин на огороженной территории площадью 13 га [3]. После первой зимовки в 2014 году сурки покинули охраняемую территорию или погибли. Был проведен повторный завоз и выпуск сурков. Число искусственных семейных участков на «Пастбище» было увеличено до 20, на «Восстанавливаемой степи» было заложено 5 семейных участков. Было выпущено 78 сурков. На «Пастбище» в этот раз удалось предотвратить уход большей части сурков (около 60%), Сбежавшие же сурки в основном поселились севернее, за балкой Петрин Лог, в охранной зоне заповедника. С территории «Восстанавливаемая степь» суркам уйти не удалось. Осенью 2014 года в спячку залегло 30 сурков на «Пастбище», 5 – на северной стороне балки, 20 – в «Восстанавливаемой степи», Весной 2015 года из спячки вышло 38 сурков: 13 – в «Восстанавливаемой степи», 18 – на «Пастбище», 7 – в охранной зоне заповедника [3, 4, 5].

К 2023 году численность сурков и площадь заселенной ими территории, заметно сократились. В «Восстанавливаемой степи» в осенью 2022 г. залегло в спячку 4 сурка, а вышло следующей весной – лишь двое (личное сообщение А.А. Власова). На «Пастбище» численность байбака оценивалась в 7-8 особей (личное сообщение А.А. Власова). Площадь, занятая сурками на «Пастбище» сократилась до 2,7 га или 13,5% от первоначальной *(рисунок 1)*.

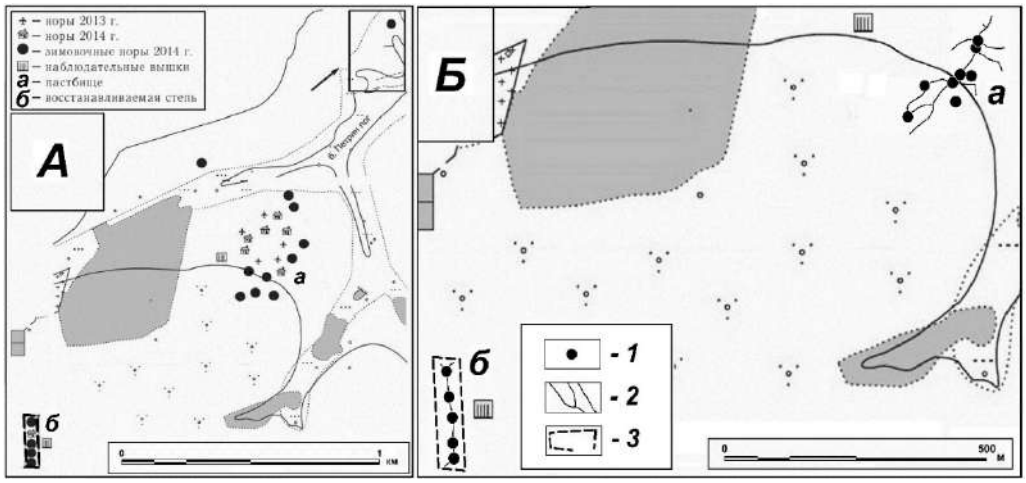


Рисунок 1. Реинтродуцированные поселения сурков в Стрелецкой степи: А – поселения сурков в 2013-14 гг. (по: [5], с изменениями и дополнениями); Б – поселения сурков в июне 2023 г. 1 – постоянные (гнездовые – зимовочные и летние) норы; 2 – основные тропы сурков; 3 – непреодолимая для сурков ограда на территории «Восстанавливаемая степь». Прочие обозначения – на рисунке 1А.

Согласно нашим наблюдениям, в «Восстанавливаемой степи» обитали два одиночных взрослых сурка. Здесь отмечено 5 постоянных нор и групп нор и три временные норы (всего 11 нор). На каждого сурка приходится 5,5 нор, почти все из которых заброшены. Оба сурка живут на искусственных семейных участках на юге и севере участка *(рисунок 2А)*. Тропы сурков выражены плохо. Плотность населения – 2 ос./га.

На «Пастбище» и в его окрестностях учтено 10 сурков (7 взрослых и 3 молодых). Размещение особей неравномерно. В западной части огороженной территории сурки в настоящее время не обитают. На юге, в трех разных местах, живут три одиночных взрослых сурка (возможно, это покинувшие семью годовалые особи). Большая семья сурков обитает на северо-востоке огороженной территории. В нее входят три взрослых байбака и трое сурчат *(рисунок 2Б).* За пределами огороженной территории, чуть северо-восточнее отмечен один взрослый сурок *(рисунок 2Б)*. Плотность населения – 3,6 ос./га, всего заселена территория в 2,7 га. Отмечено 38 нор и групп нор, из которых 18 постоянных, всего 55 нор. На каждого сурка приходится 5,5 нор, но значительная часть из них сейчас заброшена.

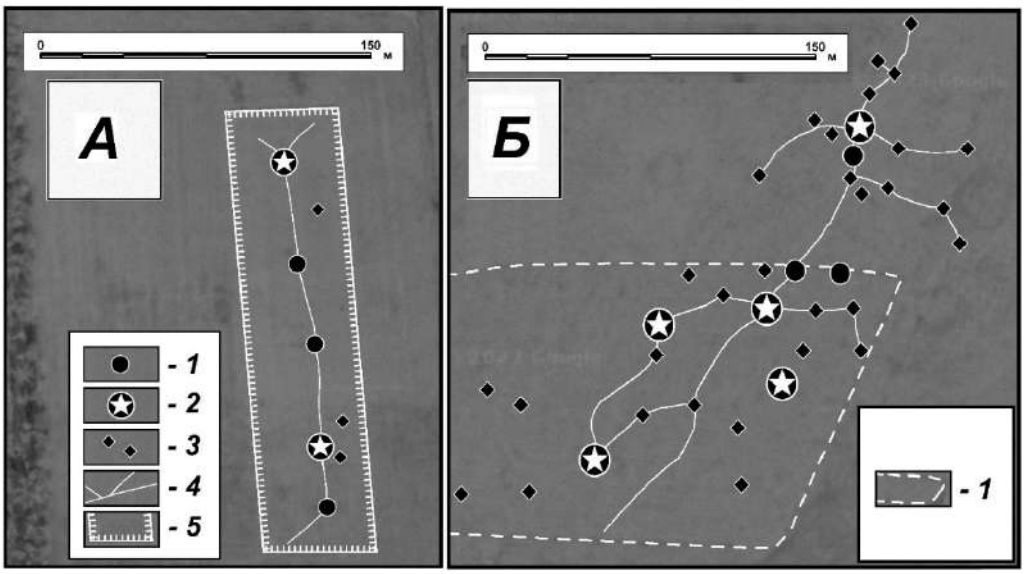


Рисунок 2. Поселения сурков в Стрелецкой степи в 2023 г.: А – «Восстанавливаемая степь»: 1 – постоянные норы; 2 – постоянные норы, где отмечены сурки; 3 – временные (защитные или кормовые) норы; 4 – основные тропы сурков; 5 – непреодолимая для сурков ограда; Б – «Пастбище»: 1 – изначально созданная ограда, преодолимая для сурков.

Таким образом, с 2015 по 2023 годы численность сурков в Стрелецкой степи существенно снизилась – с 38 до 12 особей, а площадь заселенной территории упала с 21 до 3,7 га. Тем не менее, в поселении на «Пастбище» наблюдается размножение. При этом изменилась структура поселений. В «Восстанавливаемой степи» численность сурков упала с 13 до 2 особей. На «Пастбище» численность сократилась с 18 до 10 особей, т.е. в 1,8 раза. Количество семейных групп снизилось с 9 до 1, но средняя численность в группе выросла с 2 до 6 особей. Занимаемая сурками площадь упала с 20 до 2,7 га, или в 7,5 раз. Сурки исчезли на большей части «Пастбища», но в его центре образовался довольно плотно заселенный участок.

Заповедник «Приволжская лесостепь» расположен в Пензенской области, на юго-западе Приволжской возвышенности. Участок «Островцовская лесостепь» расположен на юге области, в Колышлейском районе, к юго-западу от Пензы, на водоразделе рек Арчады (запад) и Хопер (восток). Площадь участка 404,7 га, протяженность с востока на запад 3,9 км, с севера на юг 2,2 км. Территорию участка с юга и востока окаймляет небольшая река Скрипицинка, текущая с запада и впадающая в Хопер. Водораздельная равнина плоская и рассечена оврагами, балками и долинами ручьев [6].

В растительности Островцовской лесостепи представлено три основных компонента – лесной, кустарниковый, лугово-степной. В сообществах луговой и степной растительности доминируют типчак (*Festuca valesiaca*), кострецы безостый и береговой (*Bromus riparia, B. inermis*), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*). Среди степных кустарников преобладают терн колючий (*Prunus spinosa*), миндаль низкий (*Prunus tenella*), вишня кустарниковая (*Prunus fruticosa*), спирея городчатая (*Spiraea crenata*), ракитник русский (*Cytisus ruthenicus*), шиповник (*Rosa sp*). Встречаются также небольшие участки леса – так называемые лесные колки [6, 7].

В Пензенской области (губернии) в начале XIX в. сурки заселяли практически всю лесостепную часть региона, но в середине этого века практически исчезли. В самых южных районах, граничащих с Саратовской губернией, байбаки могли дожить почти до начала XX в. В 1982 г. на юго-востоке области, в Неверкинском р-не, была обнаружена небольшая колония сурков, которую в дальнейшем называли «реликтовой» [8].

В 1985-89 гг. в Пензенской области проводилась масштабная реинтродукция байбака. В десяти пунктах шести районов области было выпущено 655 сурков. В 90-е годы численность сурков в регионе составляла от 250 до 400 особей. В Бессоновском и Неверкинском районах на юго-востоке области и у города Пензы возникли относительно устойчивые популяции, проникшие позднее в соседний Камешкирский район. В центре области образовалось несколько крупных и жизнеспособных колоний. На юго-востоке сурки в основном выпускались в реликтовую колонию. Затем она распалась, а животные расселились, образовав более 10 сравнительно небольших колоний с общей численностью 50-55 семей. Еще в 4 районах реинтродукция не увенчалась успехом [8]. К 2010 году до 300 сурков обитало на юго-востоке области – в Камешкирском и Неверкинском районах, более 300 – около Пензы в Мокшанском и Бессоновском районах [8].

Реинтродукция сурков в Островцовскую лесостепь была начата в 2013 году. Сурки выпускались несколькими партиями общей численностью 39 особей, в двух местах – в «ендове» (циркообразной форме рельефа, образовавшейся при меандрировании р. Скрипицинка), и на северном склоне долины этой реки, на западе территории. В 2014 г. в подготовленные искусственные норы было выпущено ещё 25 особей [9]. Сегодня сурки здесь обитают на трех участках *(рисунок 3)*.

Первый и самый большой участок (20,3 га) расположен на востоке, к северу от р. Скрипицинка. В рельефе он занимает пойму, надпойменные террасы (НПТ), уступы коренного берега и часть плакора – с юга на север. Основная часть поселения занята злаково-землянично-разнотравной луговой степью с единичными кустарниками (терн, вишня). Склон коренного берега, очень хорошо выраженный, рассечен небольшими балками, в которых растут пятнами миндаль и спирея. На плакоре сурки заняли часть расположенного в охранной зоне заповедника подсолнечного поля.

Второй участок (около 1,4 га) расположен на другом берегу реки р. Скрипицинка, немного юго-западнее. По рельефу и растительности он похож на предыдущий. К югу от него находится пшеничное поле. Третий участок (около 2,4 га) расположен на западном краю Островцовской лесостепи, также в долине р. Скрипицинка. В рельефе это край плакорной равнины, рассеченный балками. На юге участок ограничен поймой реки, на севере – подсолнечным полем. На плакоре в растительности доминируют луговые степи, в балках и

нижних частях склонов – высокотравные пойменные луга, в пойме – травяные ивняки. Распространены также заросли степных кустарников *(рисунок 3)*.

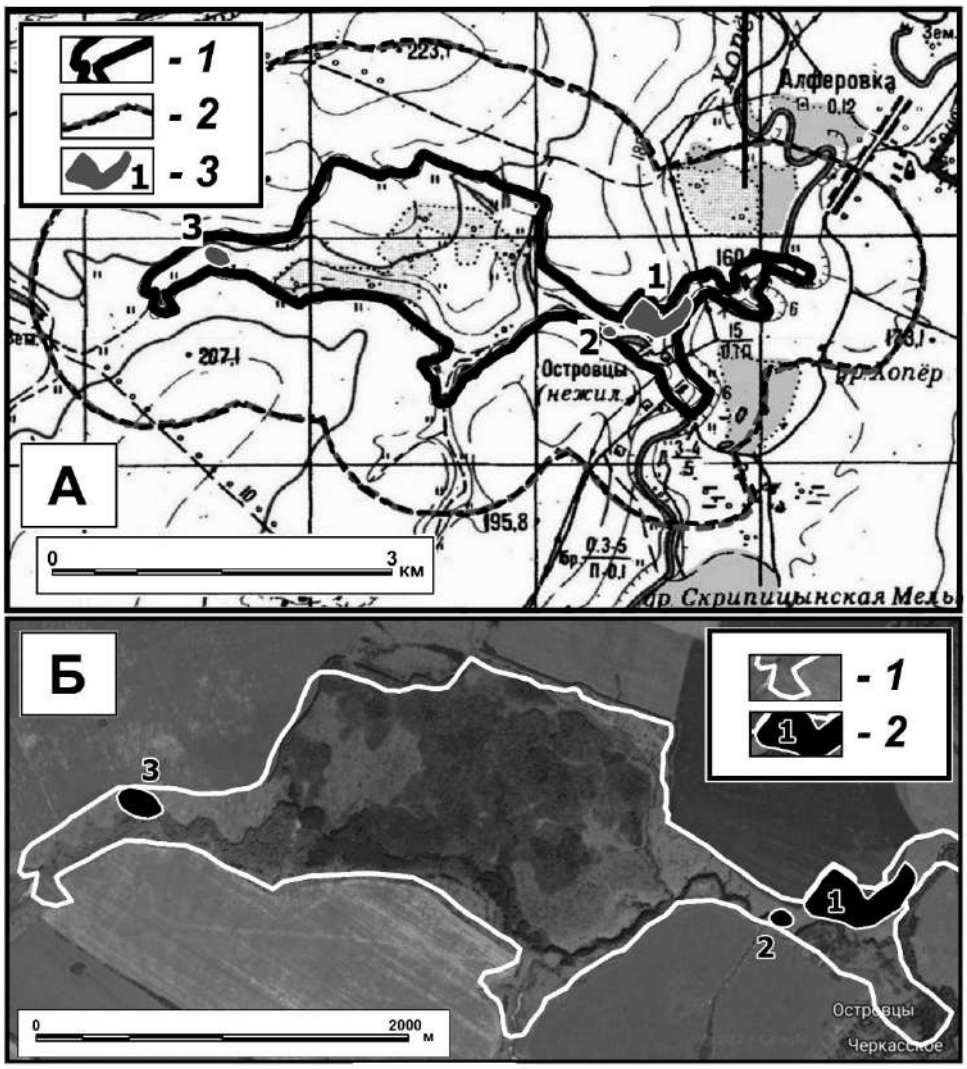


Рисунок 3. Поселения сурков в Островцовской лесостепи: А – на топографической карте: 1 – граница заповедной территории; 2 – граница охранной зоны заповедника; 3 – поселения сурков (1-3 – см. в тексте). Б – на космическом снимке: 1 – граница заповедной территории; 2 – поселения сурков (1-3 – см. в тексте). *Карта и снимок – из открытых источников Интернета.*

В настоящее время на восточных участках живут около 42 сурков (40 – на первом, 2 – на втором), на западном – 6. Всего не менее 48 сурков, 29 (61%) из них – молодые, 19 (39%) – взрослые особи. Семей байбаков всего 8, среднее число зверей в семье – 6, из них 3,6 – взрослых, 2,4 – молодых. Нор и групп нор всего 115, с 130 норами. Временных нор всего 73 (57%), постоянных – 55 (43%). На каждого сурка в среднем приходится 2,7 нор, из которых 1,15 – постоянных. Средняя плотность населения – около 2 ос./га

На первом, самом большом и населенном участке обитает 40 сурков (6 семей, средняя плотность населения 1,97 ос./га). Численность сурков в семье – от 5 до 8 особей, в среднем 6,67. Среди всех сурков 16 (40%) – взрослых, 24 (60%) – молодых. Число молодых сурков в семьях варьирует от 2 до 6. В среднем в каждой семье по 4 молодых. Общее количество нор и групп нор 103, с 116 норами. Временных нор всего 66 (56,9%), постоянных – 50 (43,1%). На каждого сурка приходится 2,9 нор, из которых 1,25 – постоянных, на семью – 19,33 и 8,33. Заброшенных нор здесь практически нет. Семьи байбаков обитают равномерно практически по всему участку, за исключением юга и юго-востока *(рисунок 4А)*.

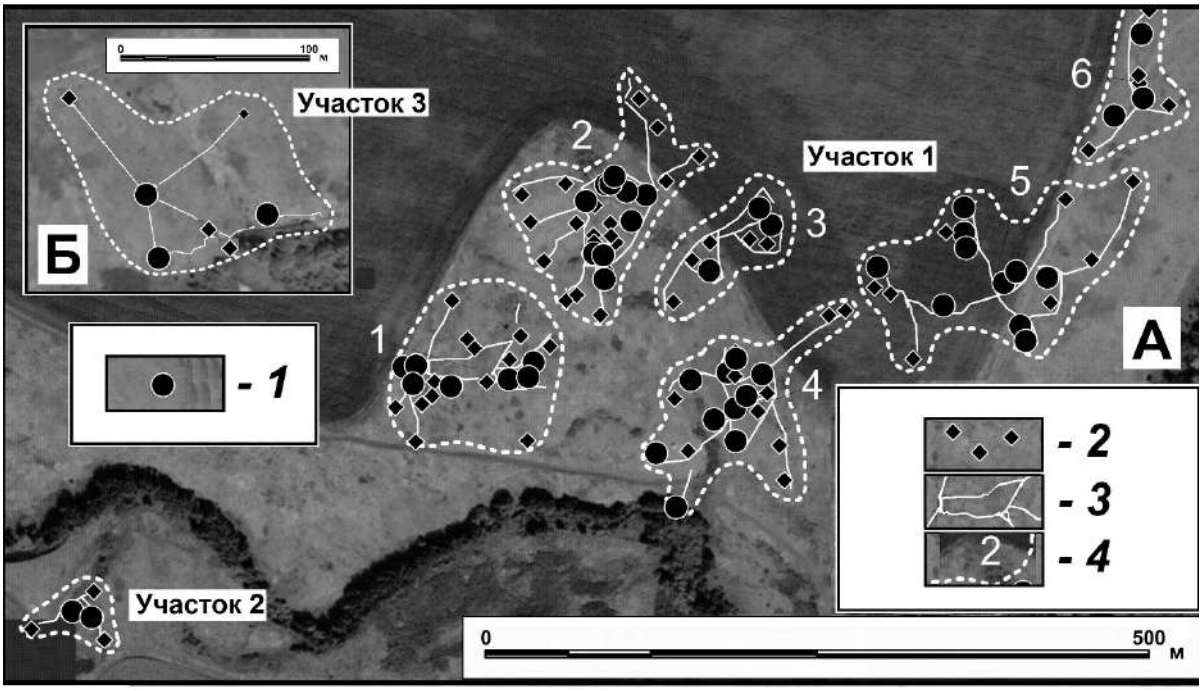


Рисунок 4. Семейные группы сурков в Островцовской лесостепи. А – участки 1 и 2, Б (врезка) – участок 3 *(см. рисунок 3). 1* – Постоянные норы; *2* – временные норы; *3* – основные тропы сурков; *4* – примерные границы территорий семейных групп (1-6 номера семейных участков – см. в тексте). *Использован космический снимок из открытого источника Интернета.*

Первая семья живет на западе, ее территория простирается через плакор, склон коренного берега и часть НПТ. Она состоит из 8 особей – 3 взрослых и 5 сеголеток. Всего на участке группы находится 17 нор и групп нор, включающих в себя 21 нору. На каждого сурка приходится 2,6 нор. *Вторая* семья обитает на севере, занимая север НПТ, балку, рассекающую коренной берег, и поле подсолнечника в охранной зоне заповедника. В ней отмечено 7 особей, из них 2 взрослых и 5 молодых. Всего семье принадлежит 29 нор и групп нор, включающих 32 норы. На каждого сурка приходится 4,55 нор.

Третья семья живет немного юго-восточнее второй. У нее есть даже постоянные норы на подсолнечном поле. Отмечено 8 особей, из них – двое взрослых и 6 молодых (больше всего). Семье принадлежит 8 нор и групп нор, включающих 9 нор. На каждого сурка приходится 1,11 нор. Юго-восточнее обитает *четвертая* семья. Ее участок простирается от края поймы на юго-западе до подсолнечного поля на северо-востоке. Ее составляют 6 особей, из них – 4 взрослых и 2 молодых. Отмечено 23 нор и групп нор, включающих 25 нор. На каждого сурка приходится 4,17 норы.

Пятая и *шестая* семьи находятся в северо-восточной части участка, одна – юго-западнее, вторая – северо-восточнее. Обе семьи населяют территорию от края поймы до подсолнечного поля. *Пятая* семья состоит из 5 особей, из них – 2 взрослых и 3 молодых. На их территории есть 18 нор и групп нор, включающих 20 нор. На каждого сурка приходится 4 норы. Эта семья также имеет постоянные норы на подсолнечном поле. В *шестой* семье, самой северо-восточной, шестеро сурков, из них – 3 взрослых и 3 молодых. Всего семье принадлежит 8 нор и групп нор, включающих 9 нор. На каждого сурка приходится 1,5 нор.

На южном берегу р. Скрипицинки (участок 2) двое взрослых сурков составляют одну небольшую бездетную семью. Средняя плотность населения 1,4 ос./га. Общее число нор – 5. Временных нор 3, постоянных – 2. На каждого сурка приходится 2,5 нор, из которых 1 постоянная *(рисунок 4А).* На третьем, юго-западном участке отмечена одна семья байбаков. В ней 6 особей – взрослая самка и 5 молодых. Средняя плотность населения 2,5 ос./га. Общее количество нор и групп нор 7, с 9 норами. Временных нор 4, постоянных 5. На каждого сурка приходится 1,5 нор, из которых 0,83 – постоянных *(рисунок 4Б)*.

Площадь подсолнечного поля, потравленного сурками за май-июль – 4,2 га. Едят подсолнух 5 семей общей численностью 32 особи. Следовательно, один сурок в среднем выедает 0,13 га за май-июль, и, вероятно, около 0,2 га за весь период активности.

Реинтродукция байбака в пределах Островцовской лесостепи, судя по результатам обследования, прошла достаточно успешно. Современная численность популяции сопоставима с числом выпущенных в начале сурков (48 и 64), а молодые составляют значительную часть популяции (более 60%). Это указывает на успешность воспроизводства и благоприятные условия существования данной популяции байбака.

Заключение. В Стрелецкой степи реинтродукция байбака прошла не слишком удачно. В 2013-2014 гг. было выпущено 118 особей, но к 2015 г. их осталось всего 38, а в 2023 г. – только 12. Заселенная сурками территория уменьшилась с 21 га до 3,7 га, или в 5,7 раз. Однако, на «Пастбище» сформировалось компактное поселение с высокой (3,6 ос./га) плотностью населения, и осуществляется воспроизводство популяции. А на «Восстанавливаемой степи» сурки практически исчезли – осталось всего два одиночных байбака. Это, очевидно, объясняется малой площадью «Восстанавливаемой степи» (1 га), достаточной не более чем для одной семьи сурков, и невозможностью расселения молодняка.

Реинтродукция в Островцовской лесостепи прошла более успешно. Общая численность животных на 2023 г. (48) сопоставима с числом выпущенных изначально сурков (64), а сеголетки составляют значительную часть популяции (61%), что указывает на хороший потенциал дальнейшего роста численности. Происходит расселение животных внутри Островцовской лесостепи (с первого участка на второй и третий). Плотность населения сурков здесь также довольно высока – около 2 ос./га.

Благодарности. *Работа выполнена в рамках темы ГЗ (МГУ): «Пространственно-временная организация экосистем в условиях изменений окружающей среды» № ЦИТИС 121051100137-4 при поддержке Программы развития МГУ (# 1220). Авторы благодарны О.В. Брандлеру, А.А. Власову и А.Н. Добролюбову за оказанную ими методическую и техническую помощь в проведении исследований.*

Список литературы

1. Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник имени профессора В.А. Алехина (научно-популярное издание) // Минприроды России, Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник имени профессора В.А. Алехина / Под общ. ред. А.А. Власова, О.В. Рыжкова. Н.И. Золотухина. Курск: Мечта, 2016. 320 с.

2. Стрелецкий участок Центрально-Черноземного заповедника. Полевой путеводитель / Под ред. А.А. Власова, О.П. Власовой, Н.И. Золотухина, А.В. Рыжкова, В.П. Сошниной, Т.Д.Филатовой. Курск: ФГБУ «Центрально-Черноземный государственный заповедник», 2014. 105 с.

3. Вервальд А.М., Брандлер О.В. Особенности реинтродукции степного сурка в условиях Центрально-Черноземного заповедника // Сурки Евразии: экология и практическое значение: Материалы XI межд. совещания по суркам специалистов стран бывшего Советского Союза (пос. Родники, Моск. обл. 11-15 марта 2015 г.) / Под ред. О.В. Брандлера. М., 2015. С. 29-34.

4. Брандлер О.В., Вервальд А.М., Власова О.П. Второй этап реинтродуции степного сурка в Центрально-Черноземном заповеднике // Степной бюллетень. 2015. № 43-44. С. 63-66.

5. Брандлер О.В., Колесников В.В. Первый этап реитродукции степного сурка в Центрально-Черноземном заповеднике // Степной бюллетень. 2014. № 40. С. 40-43.

6. Сайт заповедника «Приволжская лесостепь». Территория Островцовская лесостепь. URL: [https://zpls.ru/o-zapovednike/territoriya/ostrovczovskaya-lesostep.html (дата обращения: 09.10.2023)].

7. Новикова Л.А. Изменение травянистой растительности Островцовской лесостепи в условиях заповедности / Под ред. А.Н. Добролюбова, И.П. Лебяжинской, Т.В. Добролюбовой, Е.А. Сухолозова // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь». Островцовская лесостепь. Пенза, 2012. С. 43-66.

8. Rumyantsev V.Yu., Ermakov O.A., Il'in V.Yu., Dobrolyubov A.N., Soldatov M.S., Danilenko E.A. On the History and Modern State of the Steppe Marmot (*Marmota bobak* Müll.) in Penza Oblast // Arid Ecosystems. 2012. Vol. 2. No. 2. Pp. 111-119. DOI: 10.1134/S2079096112020096.

9. Добролюбов А.Н. Реликтовое поселение степного сурка (*Marmota bobak*) в Попереченской степи и его реинтродукция в природные комплексы заповедника / Под ред. А.Н.Добролюбова, И.П. Лебяжинской // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь». Попереченская степь. Пенза, 2013. С. 165-169.

УДК [581.54: 574.9: 58.056]:470.55/.58
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-450-455

АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО АРЕАЛА КАМЕНИСТЫХ СТЕПЕЙ БАШКИРСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ ПРИ УМЕРЕННЫХ И СИЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ В 21 ВЕКЕ

ANALYSING THE POTENTIAL RANGE OF STONY STEPPES IN THE BASHKIR CIS-URALS AND ITS CHANGE UNDER MODERATE AND STRONG CLIMATIC CHANGES IN THE 21ST CENTURY

Жигунова С.Н., Федоров Н.И., Мартыненко В.Б.
Zhigunova S.N., Fedorov N.I., Martynenko V.B.

Уфимский Институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия
Ufa Institute of Biology of Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

E-mail: Zigusvet@yandex.ru

Аннотация. Проведено моделирование современного потенциального ареала каменистых степей Предуралья и его изменения при умеренных и сильных климатических изменениях. При реализации обоих рассматриваемых сценариев изменения климата к середине 21 века увеличение площадей потенциального ареала каменистых степей, характерных для Башкирского Предуралья произойдет в Челябинской, Волгоградской, Свердловской областях и в Казахстане. Во второй половине 21 века площади потенциального ареала в этих регионах несколько уменьшатся, но в большинстве случаев будут выше, чем в настоящее время. В остальных регионах потенциального ареала каменистых степей этого типа, в том числе и в Республике Башкортостан, при реализации обоих сценариев изменения климата уже к середине 21 века произойдет снижение пригодных местообитаний. К концу 21 века высокопригодные местообитания исчезнут во всех регионах. Площади среднепригодных местообитаний при умеренном изменении климата сократятся или полностью исчезнут. С помощью моделирования выяснено, что абиотические условия окружающей среды в Южно-Уральском регионе будут создавать новые комбинации, которые не характерны для местообитаний современных степных сообществ. Поэтому при дальнейшем изменении климата будут происходить не только сдвиг границ существующих степных сообществ, но и их трансформация в новые типы растительных сообществ.
Ключевые слова: каменистые степи, потенциальный ареал, MaxEnt.

Abstract. The modelling of the current potential range of stony steppes of the Bashkir Cis-Ural and its changes under moderate and strong climatic changes was carried out. Under both climate change scenarios, by the middle of the 21st century, the increase in the areas of the potential range of stony steppe characteristic of the Bashkir Cis-Ural will occur in the Chelyabinsk, Volgograd, Sverdlovsk regions and in the Kazakhstan. In the second half of the 21st century, the areas of the potential range in these regions will slightly decrease, but in most cases will be higher than at present. In other regions of the potential range of stony steppes of this type, including the Republic of Bashkortostan, under both climate change scenarios, suitable habitats will decrease by the middle of the 21st century. By the end of the 21st century, highly suitable habitats will disappear in all regions. The area of moderately suitable habitats will decrease or disappear completely under moderate climate change. By means of modelling it was found out that abiotic environmental conditions in the Southern Ural region will create new combinations that are not typical for habitats of modern steppe communities. Therefore, with further climate change there will be not only a shift in the boundaries of existing steppe communities, but also their transformation into new types of plant communities.
Key words: stony steppes, potential range, MaxEnt.

В настоящее время в связи с изменением климата во многих регионах Республики Башкортостан (РБ) происходит трансформация растительного покрова. Особенно это отражается на редких и уязвимых растительных сообществах, таких как степи. Под влиянием антропогенного воздействия и изменения климата происходят деградация и аридизация растительного покрова и почв степей вследствие изменения количества доступной почвенной влаги и температурного режима [1, 2].

Целью данной работы являлся анализ современного потенциального ареала и моделирование изменения пригодности условий местообитаний каменистых степей Башкирского Предуралья при умеренных и сильных климатических изменениях.

Материалы и методы. Моделирование современного потенциального ареала каменистых степей Предуралья и его изменения при умеренных и сильных климатических изменениях проводилось методом максимальной энтропии в программе MaxEnt v.3.4.4. Для моделирования использовались 333 геопривязанных точек геоботанических описаний. В качестве предикторов для построения модели использовались климатические переменные BIOCLIM (CHELSA) [3], слой разницы между максимальной и минимальной высотами в пределах пикселя с разрешением 30 угловых секунд, который был использован в качестве грубой характеристики крутизны склонов и связанной с ней каменистости почв. Для характеристики почв местообитаний использовались почвенные растровые карты системы глобального цифрового картографирования почв SoilGrids [4, 5]. Растровые слои, использованные при моделировании, были ограничены территорией Евразии. Для выбора предикторов для моделирования проводилось предварительное моделирование с использованием всех предикторов. В дальнейшем для моделирования были взяты предикторы, которые имели вклад в модель. Также была построена корреляционная матрица Пирсона экологических предикторов, и в случае, если коэффициент корреляции был больше или равен 0,8, одна из переменных исключалась для предотвращения мультиколлинеарности и переобучаемости модели [6]. Для статистической оценки качества модели использовался показатель AUC [7]. Стандартные тесты MaxEnt (jackknife, permutation importance and percent contribution) использовались для оценки надежности вклада предикторов в модель. Нижняя граница пригодности местообитания вида рассчитывалась по критерию «Maximum test sensitivity plus specificity». В итоговых моделях пригодные условия местообитания были сгруппированы в три группы: низко-, средне- и высокопригодные. В программе QGIS v. 3.18 для каждой из групп, рассчитывалась занимаемая ими площадь. Для моделирования выбраны два сценария дальнейшего изменения климата: сценарий умеренного изменения климата RCP4.5 и сильного изменения климата RCP8.5, разработанные в рамках проекта МГЭИК (Межправительственной группы экспертов по изменению климата) [8]. Умеренное изменение климата является сценарием стабилизации климатических изменений за счет проведения политики по снижению выбросов парниковых газов. При этом сценарии прогнозируется увеличение температуры в середине 21-го века (2040-2060 гг., далее – 2050 г.) на 1,4°C, а во второй половине 21-го века (2061-2080 гг., далее – 2070 г.) на 1,8°C. При сильном изменении климата прогнозируется увеличение температуры в середине 21-го века на 2°C, а во второй половине 21-го века на 3,7°C [8]. В настоящее время анализ динамики изменения климата указывает на реализацию сценария умеренного изменения климата RCP4.5, но нельзя полностью исключить возможность более сильного изменения климата [9]. Для прогнозирования будущего распределения редких растительных сообществ был использован ансамбль из четырех моделей изменения климата [10]: CCSM4 [11], NorESM1-M [12], MIROC-ESM [13], INMCM4 [14], для которых использовались соответствующие наборы данных BIOCLIM (CHELSA) [3, 15].

Результаты и обсуждение. Полученная модель современного потенциального ареала каменистых степей, характерных для Башкирского Предуралья имеет значение AUC для тестовой выборки 0,99, что соответствует очень хорошему качеству модели [7]. Наибольший вклад в модель внесли пять экологических переменных: количество осадков в самый сухой квартал года (Bio17), катионообменная емкость почвы в горизонте 30-60 см (cec_30-60 sm), сезонность температуры (стандартное отклонение среднемесячной температуры) (Bio4), среднесуточная минимальная температура воздуха самого холодного месяца (Bio6) и перепад высот в пределах одного пикселя ($h_{max-min}$). Пороговое значение пригодности условий местообитания составило 0,25. На карте потенциального ареала цветами выделены низко- (0,25-0,50), средне- (0,51-0,75) и высокопригодные (0,76-1,00) условия местообитания.

На *рисунке 1* показан потенциальный ареал каменистых степей, характерных для Башкирского Предуралья. На полученной модели современного потенциального ареала каменистых степей Предуралья большая часть местообитаний с высокопригодными условиями сосредоточена на юго-западе Республики Башкортостан, северных частях Самарской и Оренбургской областей. В Республике Татарстан и в Удмуртской республике большинство пригодных местообитаний с низкой и средней пригодностью условий для данного типа степей. Низкопригодные местообитания имеются также в Саратовской, Ульяновской, Челябинской, Свердловской областях и в Пермском крае. Потенциальный ареал сообществ моделируется на основании данных об экологических условиях местообитаний. При этом не учитывается антропогенное влияние (наличие или отсутствие выпаса, проведение сельскохозяйственных

мероприятий и т.д.), которое оказывает значительное влияние на формирование сообществ. Поэтому потенциальный ареал сообществ всегда шире реального.

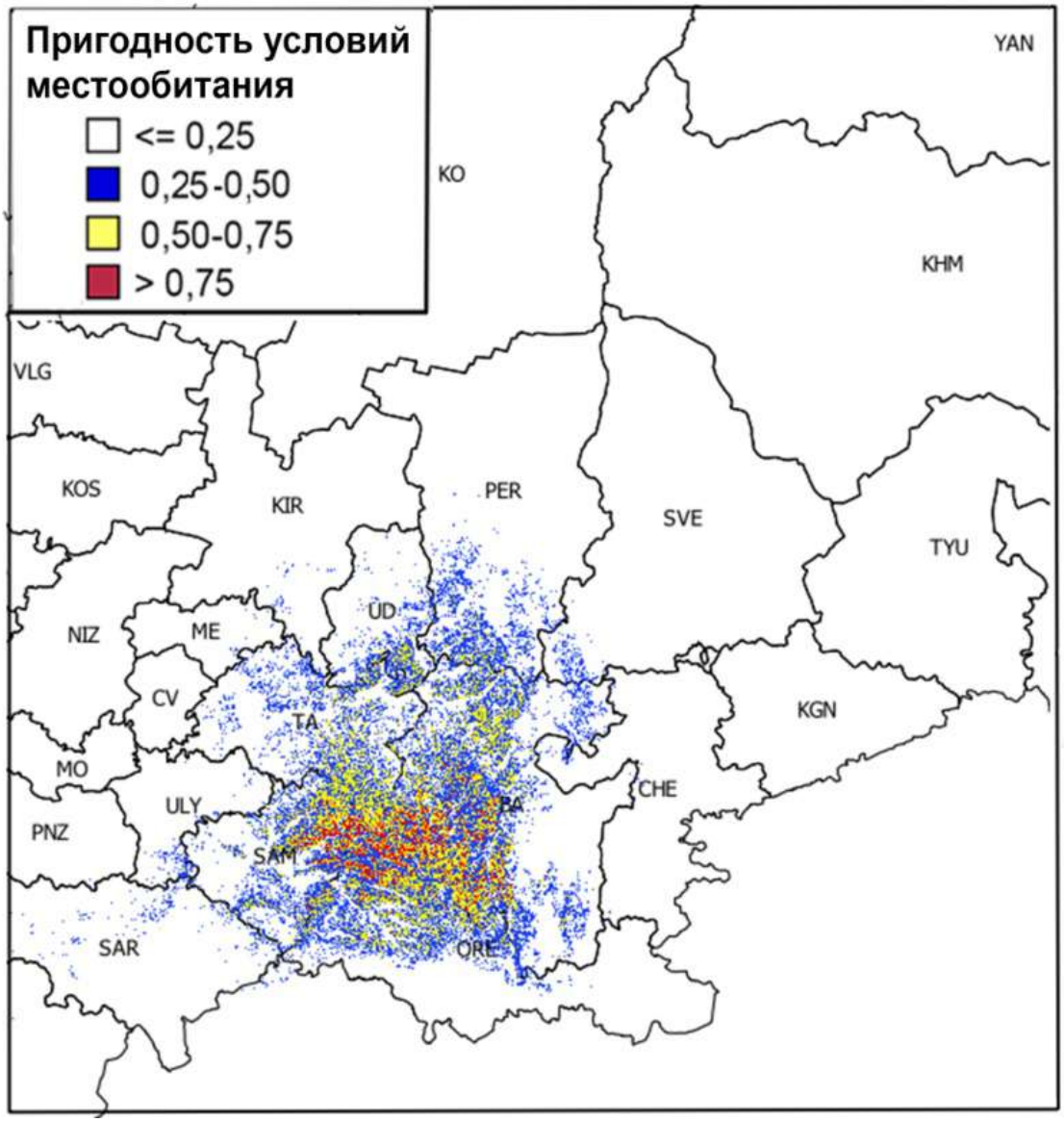


Рисунок 1. Современный потенциальный ареал каменистых степей Предуралья.

Примечание: Сокращенные названия регионов России приведены в соответствии с Международной организацией по стандартизации ISO 3166-2: KIR – Кировская область, ORE – Оренбургская область, CHE – Челябинская область, BA - Республика Башкортостан, PER – Пермский край, TA – Республика Татарстан, ULY – Ульяновская область, SAM – Самарская область, SAR – Саратовская область. PNZ – Пензенская область, VGG – Волгоградская область.

При реализации обоих рассматриваемых сценариев изменения климата к середине 21 века увеличение площадей потенциального ареала каменистых степей этого типа за счет площадей со средне- и низкопригодными местообитаниями произойдет в Челябинской, Волгоградской, Свердловской областях и Казахстане *(таблица 1, рисунок 2)*. Во второй половине 21 века площади потенциального ареала в этих регионах несколько уменьшатся, но будут выше (за исключением Свердловской области), чем в настоящее время. В остальных регионах потенциального ареала каменистых степей, характерных для Башкирского Предуралья, в том числе и в Республике Башкортостан, при реализации обоих сценариев изменения климата уже к середине 21 века произойдет снижение пригодных местообитаний. К концу 21 века площади потенциального ареала каменистых степей значительно сократятся. Высокопригодные местообитания исчезнут во всех регионах. Площади среднепригодных местообитаний при умеренном изменении климата сократятся на 37-100%, при сильном изменении климата – на 89-100% (за исключением Казахстана).

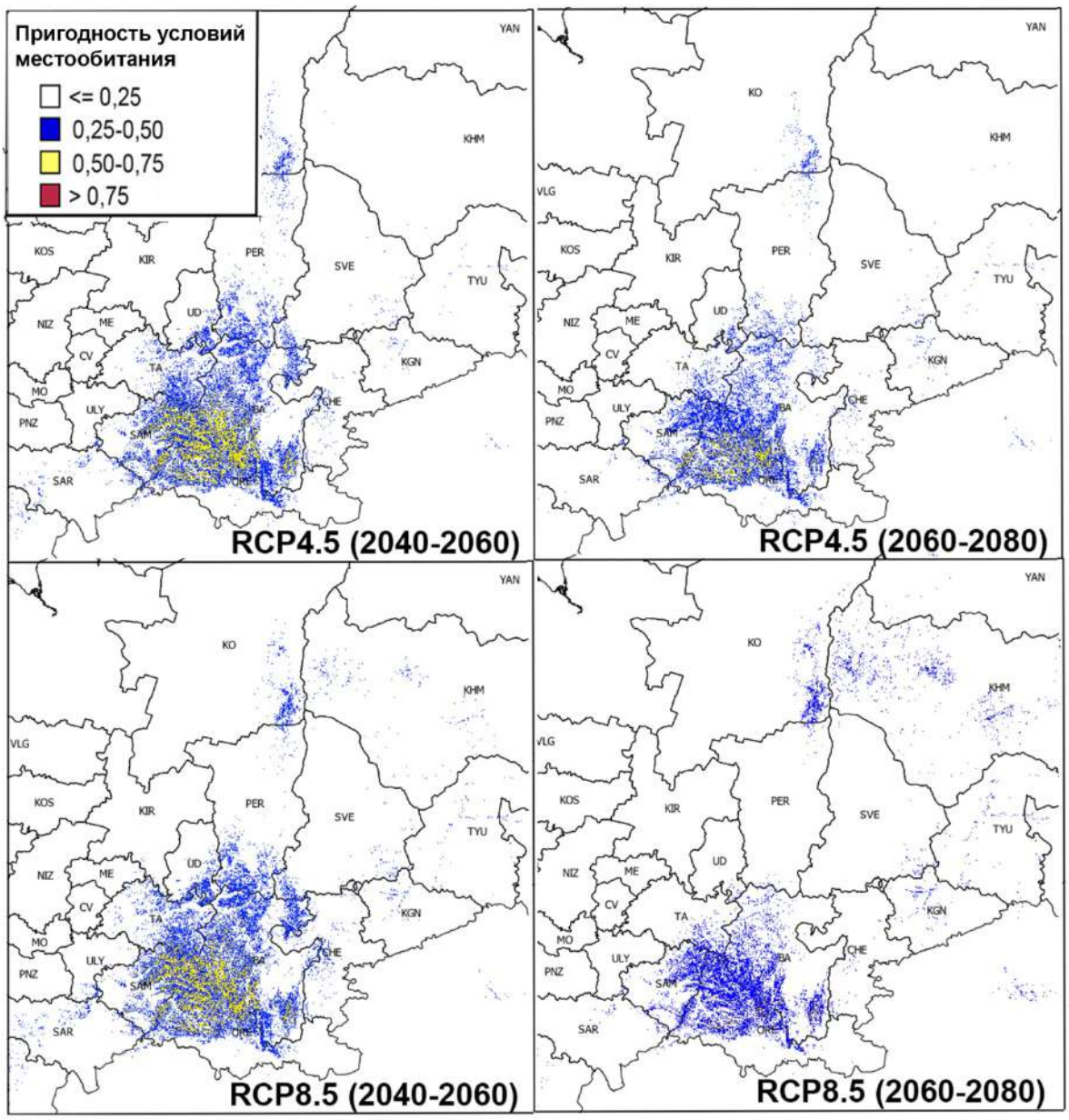


Рисунок 2. Изменение потенциального ареала каменистых степей Предуралья при умеренных и сильных климатических изменениях.

Таблица 1

Изменение площадей каменистых степей Предуралья с различной пригодностью условий местообитания при изменении климата к 2040-2060 гг. и 2060-2080 гг. в % от площадей в настоящее время (в пределах основного ареала распространения)

Области	Изменение площадей с различной пригодностью условий местообитания при изменении климата							
	Все пригодные*		Высоко-пригодные		Средне-пригодные		Низко-пригодные	
	2050	2070	2050	2070	2050	2070	2050	2070
При умеренном изменении климата								
Республика Башкортостан	-12,6	-45,9	-98,0	-100,0	-36,8	-83,4	9,2	-20,7
Челябинская область	297,3	120,5			-53,8	-76,9	302,5	123,5
Кировская область	-95,4	-100					-95,4	-100
Республика Марий Эл	-100,0	-100					-100	-100
Оренбургская область	8,2	-8,6	-91,9	-100,0	16,9	-37,3	19,7	23,7

Области	Изменение площадей с различной пригодностью условий местообитания при изменении климата							
	Все пригодные*		Высоко-пригодные		Средне-пригодные		Низко-пригодные	
	2050	2070	2050	2070	2050	2070	2050	2070
Пермский край	-17,5	-68,0			-97,7	-100	-8,9	-64,5
Самарская область	-21,7	-50,5	-97,1	-100,0	-35,8	-90,4	-5,5	-24,2
Саратовская область	1,1	-62,0	0,0	-100,0	24,5	-62,6	0,3	-62,0
Свердловская область	26,1	-68,6					26,1	-68,6
Республика Татарстан	-47,4	-75,7	-100,0	-100,0	-92,5	-100	-31,5	-67,2
Удмуртская Республика	-56,0	-82,4			-100	-100	-42,8	-77,1
Ульяновская область	-75,7	-90,7			-100	-100	-75,2	-90,5
Казахстан	217,5	162,1			44,4	144,4	218,7	162,2
Волгоградская область	3704,2	95,8					3700	95,8
При сильном изменении климата								
Республика Башкортостан	-4,0	-57,8	-99,9	-100,0	-29,3	-94,7	19,5	-34,1
Челябинская область	564,3	39,2			-61,5	-100	573,7	41,3
Кировская область	-68,0	-100					-68,0	-100
Республика Марий Эл	-80,9	-100					-80,9	-100
Оренбургская область	-0,5	-30,0	-99,3	-100	3,5	-89,7	13,6	17,2
Пермский край	-13,6	-95,2			-98,9	-100	-4,4	-94,7
Самарская область	-21,1	-59,9	-100	-100	-26,7	-99,4	-8,8	-34,9
Саратовская область	4,9	-77,1	-100	-100	-54,0	-99,3	6,9	-76,3
Свердловская область	68,0	-73,2					67,9	-73,2
Республика Татарстан	-22,8	-83,1	-100	-100	-73,5	-100	-5,0	-77,2
Удмуртская Республика	-40,8	-96,4			-97,1	-100	-23,8	-95,4
Ульяновская область	-41,1	-93,8			-100	-100	-39,9	-93,7
Казахстан	294,9	254,6			177,8	1333,3	295,7	247,4
Волгоградская область	2875,0	1008,3					2875	1004,2

Таким образом при реализации рассматриваемых сценариев изменения климата потенциальный ареал данного типа степей сократится. Одним из ведущих факторов, влияющих на распространение степных сообществ является увеличение зимних осадков, которое способствует возобновлению древесных видов и ранневегетирующих степных кустарников. Помимо этого, изменения абиотических условий окружающей среды (изменение количества зимних и летних осадков и континентальности климата, увеличение среднемесячных температур летних и зимних месяцев) в Южно-Уральском регионе будут создавать новые комбинации, которые не характерны для местообитаний современных степных сообществ. Поэтому при дальнейшем изменении климата мы будем наблюдать не только сдвиг границ существующих степных сообществ, но и их трансформация в новые типы растительных сообществ.

Работа выполнена за счет средств гранта Российского научного фонда № 22-14-00003, https://rscf.ru/project/22-14-00003.

Список литературы

1. Wang X., Gao R., Yang X. Responses of soil moisture to climate variability and livestock grazing in a semiarid Eurasian steppe // Science of The Total Environment. 2021. Vol. 781. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.146705.

2. Piao S., Liu Q., Chen A., Janssens I.A., Fu Y., Dai J., Liu L., Lian X., Shen M., Zhu X. Plant phenology and global climate change: current progresses and challenges // Global change biology. 2019. Vol. 25. No 6. P. 1922-1940. DOI 10.1111/gcb.146193.

3. Karger D.N., Conrad O., Böhner J., Kawohl T., Kreft H., Soria-Auza R.W., Zimmermann N.E., Linder H.P., Kessler M. Climatologies at high resolution for the Earth's land surface areas // Sci. Data. 2017. No 4. P. 1-20.

4. SoilGrids – global gridded soil information. URL: https://www.isric.org/explore/soilgrids/faq-soilgrids (дата обращения: 12.07.2023).

5. Poggio L., de Sousa L.M., Batjes N.H., Heuvelink G.B.M., Kempen B., Ribeiro E., Rossiter D. SoilGrids 2.0: producing soil information for the globe with quantified spatial uncertainty // Soil. 2021. No 7. P. 217-240.

6. Dormann, C. F., Elith, J., Bacher S., Buchmann C.M. et al. Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance // Ecography 2013. Vol. 36(1). P. 27-46. DOI: 10.1111/j.1600-0587.2012.07348.xGent et al., 2011.

7. Swets, J. A. Measuring the accuracy of diagnostic systems // Science. 1988. Vol. 240. P. 1285-1293.

8. IPCC. Climate Change 2021. The Physical Science Basis. IPCC Sixth assessment report. URL: https://www.ipcc.ch/ report/ar6/wg1/ (дата обращения: 12.07.2023).

9. Moss R.H., Edmonds J.A., Hibbard K., Manning M., Rose S., van Vuuren D.P., Carter T.R., Emori S., Kainuma M., Kram T., Meehl G.A., Mitchell J.F.B., Nakicenovic N., Riahi K., Smith S.J., Ronald S., Thomson A., Weyant J., Wilbanks, T.J. The next generation of scenarios for climate change research and assessment // Nature. 2010, Vol. 463(7282). P. 747–756. DOI: 10.1038/nature08823.

10. McSweeney C.F., Jones R.G., Lee R.W., Rowell D.P. Selecting CMIP5 GCMs for downscaling over multiple regions // Climate Dynamics. 2015. Vol. 44, No 11. P. 3237-3260. DOI 10.1007/s00382-014-2418-8.

11. Gent P.R., Danabasoglu G., Donner L., Holland M.M., Hunke E.C., Jayne S., Lawrence D., Neale R., Rasch P.J., Vertenstein M., Worley P.H., Yang Z.-L., Zhang M. The community climate system model version 4 // J. of Climate, 2011. Vol. 24. P. 4973-4991. DOI: 10.1175/2011JCLI4083.1.

12. Bentsen M. The Norwegian Earth System Model, NorESM1-M–Part 1: description and basic evaluation of the physical climate // Geosci. Model Dev. 2013. Vol. 6, No 3. P. 687-720. DOI 10.5194/gmd-6-687-2013.

13. Watanabe S., Hajima T., Sudo K., Nagashima T., Takemura T., Okajima H., Nozawa T., Kawase H., Abe M., Yokohata T., Ise T., Sato H. MIROC-ESM: model description and basic results of CMIP5-20c3m experiments // Geosci. Model. Dev. Discuss. 2011. Vol. 4. No 2. P. 1063-128. DOI 10.5194/gmdd-4-1063-2011.

14. Volodin E.M., Dianskii N.A., Gusev A.V. Simulating present-day climate with the INMCM4. 0 coupled model of the atmospheric and oceanic general circulations // Izv. Atmos. Ocean. Phys. 2010. Vol. 46 (4). P. 414-431. DOI: 10.1134/S000143381004002X.

15. Booth T.H., Nix H.A., Busby J., Hutchinson M.F. BIOCLIM: the first species distribution modelling package, its early applications and relevance to most current MAXENT studies // Divers. Distrib. 2014. Vol. 20. No 1. P. 1-9. DOI: 10.1111/ddi.12144.

УДК 599.322.2
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-456-462

МАЛЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ГРУППИРОВКИ СТЕПНОГО СУРКА (*MARMOTA BOBAK*) В ВЯТСКО-КАМСКОМ МЕЖДУРЕЧЬЕ

SMALL SPATIAL GROUPS OF THE STEPPE MARMOT (*MARMOTA BOBAK*) IN THE VYATKA-KAMA INTERFLUVE

Загуменов М.Н.
Zagumenov M.N.

ФГБОУ ВО «Удмуртский Государственный университет», Ижевск, Россия
Udmurt State University, Izhevsk, Russia

E-mail: micheyzag@mail.ru

Аннотация. Поселения степного сурка в Вятско-Камском междуречье (на территории Удмуртской Республики) были сформированы в ходе искусственного расселения животных в конце XX в. Эти поселения являются одними из самых северных в ареале. Зверьки интродуцированы в нетипичную для вида природную зону. В настоящее время идёт процесс естественного расселения сурков в регионе, из Удмуртской Республики животные проникли в сопредельный Агрызский район Республики Татарстан. Центрами расселения являются 5 крупных поселений степного сурка в Удмуртии с числом сурочьих семей от 16 до 32. Их окружают 26 небольших пространственных группировок. Это 15 малых поселений и 11 изолированных семей («поселений», состоящих из одной семьи). Подобные малые пространственные группировки сурков являются зависимыми структурами, долгое пребывание зверьков здесь поддерживается вселенцами из крупных поселений. Эти территориальные образования являются неустойчивыми. Наблюдались как случаи исчезновения малых поселений и изолированных семей, так и их вторичного появления. В ряде случаев зверьки заселяли нетипичные местообитания: поля кормовых трав, силосные ямы. Формирование подобных пространственных образований является способом освоения сурками новой территории.

Ключевые слова: степной сурок, пространственная структура, Удмуртская Республика, Республика Татарстан.

Abstract. Settlements of the steppe marmot in the Vyatka-Kama interfluve (on the territory of the Udmurt Republic) were formed during the artificial resettlement of animals at the end of the XXth century. These settlements are among the northernmost in the range. The marmots were introduced into a natural area atypical for the species. Currently, the process of natural resettlement of marmots in the region is underway; from the Udmurt Republic, animals went into the Agryz region of the Republic of Tatarstan. The settlement centers are 5 large settlements of the steppe marmot in Udmurtia with the number of marmot families from 16 to 32. They are surrounded by 26 small spatial groupings. These are 15 small settlements and 11 isolated families ("settlements" consisting of one family). Small spatial groupings of marmots are dependent structures; the animals' long stay here is supported by invaders from large settlements. These territorial entities are unstable. Cases of disappearance of small settlements and isolated families, as well as their secondary appearance, were observed. In a number of cases, animals inhabited atypical habitats: fields of forage grasses, silage pits. The formation of such small spatial formations is a way for marmots to develop a new territory.

Key words: steppe marmot, spatial stricture, Udmurt Republic, Republic of Tatarstan.

Введение. Степной сурок, или байбак (*Marmota bobak* Müll, 1776) – крупный грызун (*Rodentia*) семейства Беличьих (*Sciuridae*) [1]. Ареал степного сурка охватывает территорию степной и лесостепной зоны Евразии от побережья Днепра на Западе до Иртыша на Востоке. Северная граница естественного ареала проходит в Чувашии; Южная – в Северном Казахстане [2-5]. По мнению С.И. Огнева [2], историческое распространение вида было значительно шире. В результате искусственного расселения жизнеспособные популяции этого степного вида сформировались также в пределах лесной природной зоны, куда входит и территория Удмуртии. Поселения степного сурка в регионе являются одними из самых северных в ареале вида. Они изолированы от естественной части ареала крупными реками Кама и Вятка. Следовательно, любые данные, касающиеся аспектов биологии и экологии вида в данном регионе интересны в научном плане – как отличные от условий в естественной части ареала.

Работы по интродукции степного сурка в Удмуртии прошли в 1986-1989 и 2001-2003 гг. [6]. В настоящее время наблюдается процесс расселения вида по южной части региона, из районов выпуска (Каракулинский и Сарапульский) зверьки проникли в Агрызский район

Республики Татарстан [7]. Отдельные особи и следы пребывания сурков отмечались так же в Киясовском и Алнашском районах Удмуртской Республики. Общая численность зверьков в Удмуртии составила в 2023 г., согласно учётным данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды УР (Минприроды УР), около 1000 особей.

Сбор материала, составившего основу данной работы, проходил в ходе мониторинговых исследований пространственных группировок степного сурка в регионе в 2011-2016 гг., отдельные данные по распространению сурков собраны в 2022-2023 гг.

Поселения степного сурка выделяются нами по занимаемым овражно-балочным сетям: одно поселение в пределах одной овражно-балочной системы. Все пространственные группировки степного сурка мы подразделяем на крупные поселения (насчитывают 16-32 семьи в своём составе), малые (от 2 до 9 семей) и изолированные поселения – 1 семья в отдельной овражно-балочной системе.Названия поселениям даны по ближайшему жилому населенному пункту.

Результаты и их обсуждение. В Вятско-Камском междуречье нами выделены 5 крупных поселений сурков [8], являющихся центрами расселения зверьков *(рисунок 1)*: Соколовское поселение (№ 5 на *рисунке 1*) в Сарапульском районе Удмуртии, Колесниковское (№ 2) и Кулюшевское (№ 4) поселения в центральной части Каракулинского района; и Чегандинское (№ 1) и Новопоселеннское (№ 3) в его южной части.

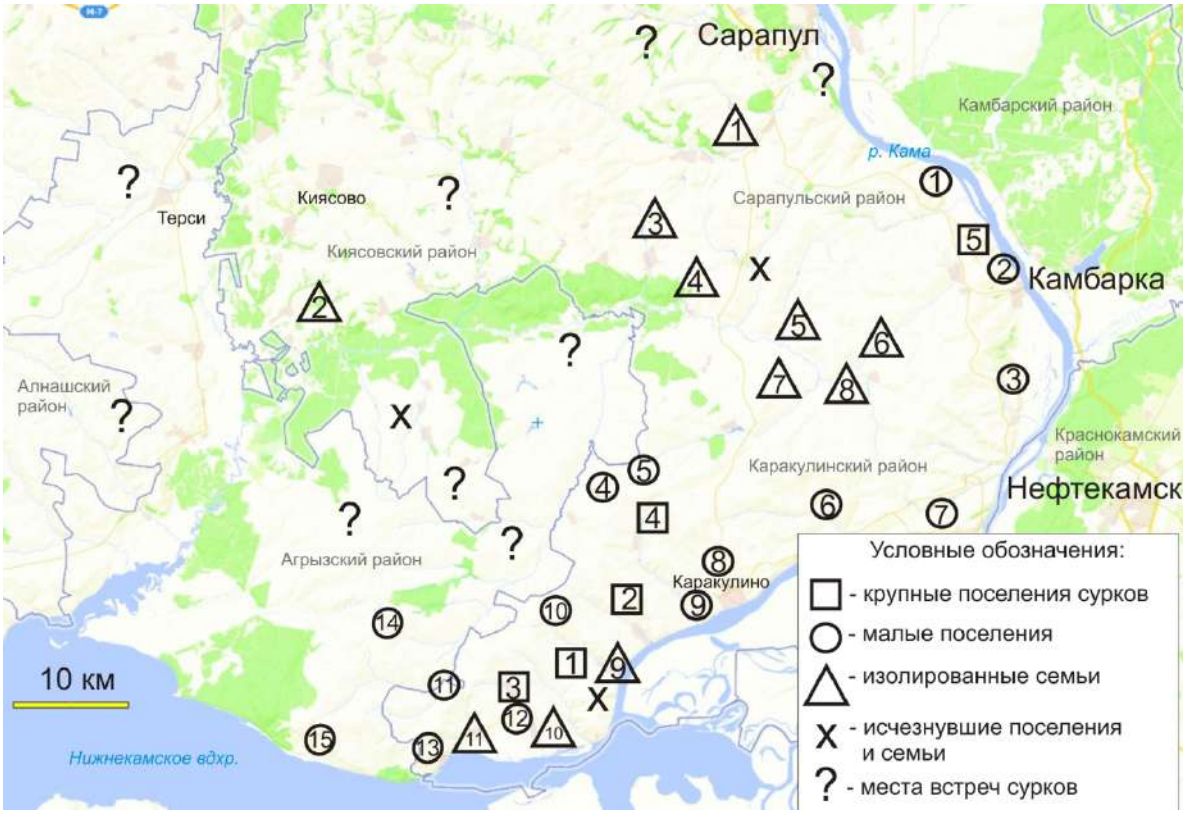


Рисунок 1. Малые поселения степного сурка в регионе в 2023 г.

Кроме 5 крупных поселений нам выявлено 26 обитаемых в 2023 г. небольших пространственных группировок степного сурка, расположенных в отдельных овражно-балочных системах. Это 15 малых поселений: Мазунинское (№ 1) и Тарасовское (№ 2) поселения в Сарапульском районе Удмуртии; Галановское (№ 3), Усть-Саклинское (№ 4), Гремячевское (№ 5), Вятскинское (№ 6), Бояркское (№ 7), Каракулинское (№ 8), Юньгинское (№ 9), Чегандинское-2 (№ 10), Ныргындинское-1 (№ 11), Ныргындинское-2 (№ 12) и Зуевоключинское (№ 13) в Каракулинском районе Удмуртии; а так же Каменноключинское (№ 14) и Красноборское (№ 15) поселения в Агрызском районе Татарстана.

Так же в данной работе мы рассматриваем 11 обитаемых в 2023 г. изолированных семей байбака. Это семьи сурковоколо населенных пунктов Костино (№ 1), Шадрино (№ 3), Заборное (№ 4), Старая Бисарка (№ 5) Сарапульского района; Тавзямал (№ 2) Киясовского района; Малые

Калмаши (№ 6), Пинязь (№ 7), Поповка (№ 8), Чеганда (№ 9), Быргында (№ 10) и Дубровка (№ 11) Каракулинского района.

Первые небольшие поселения образовались в середине 90-х гг. прошлого века: в первых учётах Минприроды УР, проведённых в 1998 г. упоминается Юньгинское поселение (№ 8). В последующие годы наблюдалась тенденция увеличения числа рассматриваемых пространственных группировок *(рисунок 2).* С 2012 г. наблюдается ускорение роста, новые малые поселения фиксировались практически ежегодно. Отмечалось и образование изолированных семей *(рисунок 3)*.

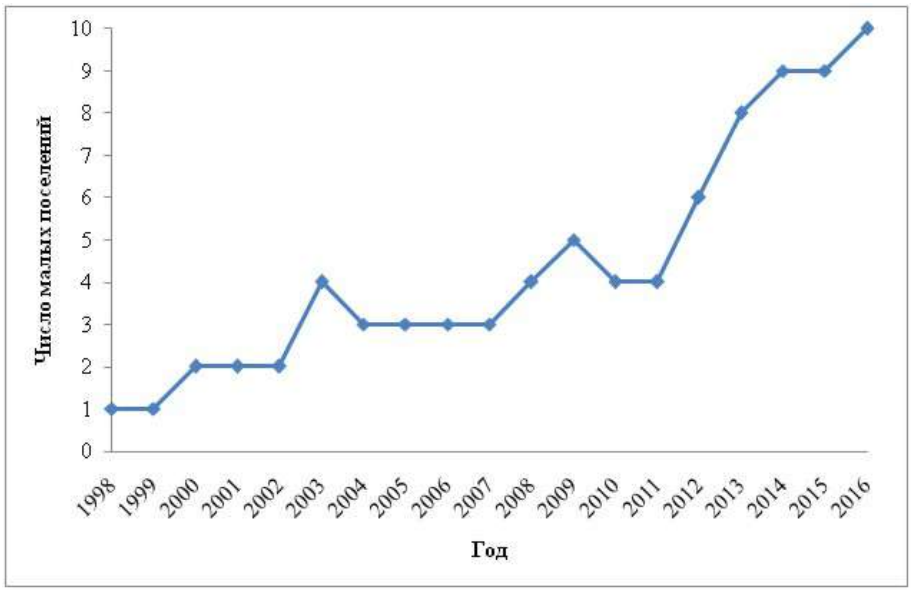


Рисунок 2. Динамика числа малых поселений. По архивным материалам Минприроды УР и нашим данным.

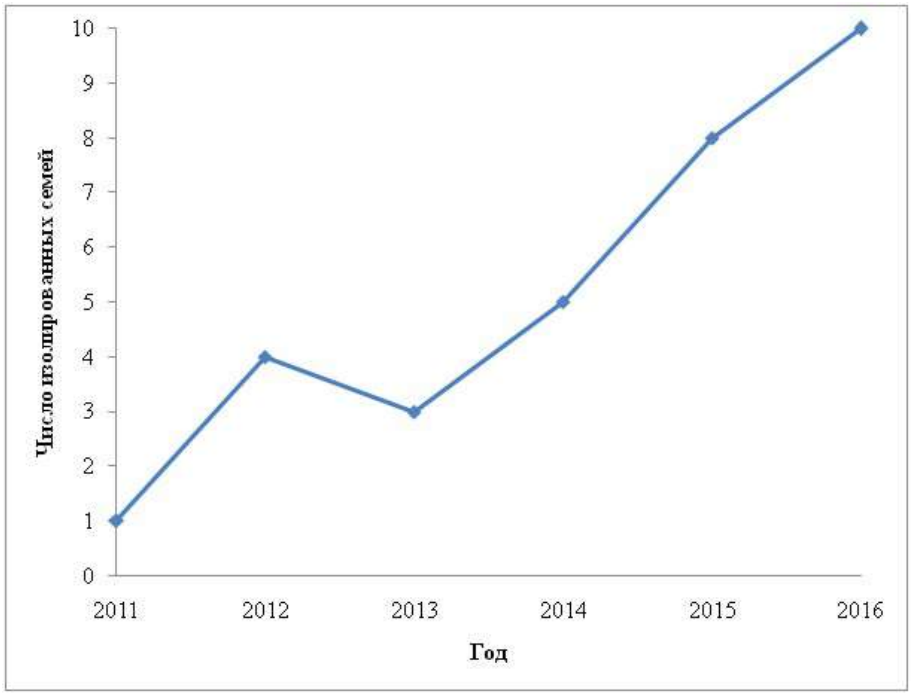


Рисунок 3. Динамика числа изолированных семей сурка в Удмуртии (наши данные).

Образование небольших пространственных группировок, по всей видимости, характерно для молодых в историческом плане популяций сурков. Образование «выселков» из 1-3 семей регистрировалось после (ре)интродукции сурков в Чувашии [9] и Нижегородской области [10]. С нашей точки зрения образование малых пространственных группировок способствует

быстрому освоению незаселенной территории и, следовательно, носит адаптивный характер. Отметим так же, что формирование небольших поселений может быть связано и в целом с невысокой численностью сурков в регионе. В Ульяновской области [11, 12] образование пространственных группировок из 1-8 семей зафиксировано при снижении численности зверьков в регионе.

В 2012-2015 гг. проводился учёт семейных групп в обсуждаемых пространственных группировках по зимовочным норам (на тот момент было выявлено 10 малых поселений). За указанный период число семей в малых поселениях выросло с 16 до 30 *(рисунок 4)*.

Схожие тенденции наблюдались и в отношении численности сурков в небольших поселениях *(рисунок 5)*. За исключением снижения численности в 2011 г. (которое, в принципе, может быть объяснено недоучётом) наблюдался рост. В 2105 г в малых поселениях был перевиден 141 сурок, 59 особей были сеголетками. Численность сурков в 1 семье в малых поселениях составила в 2015 г. 4,7 особей.

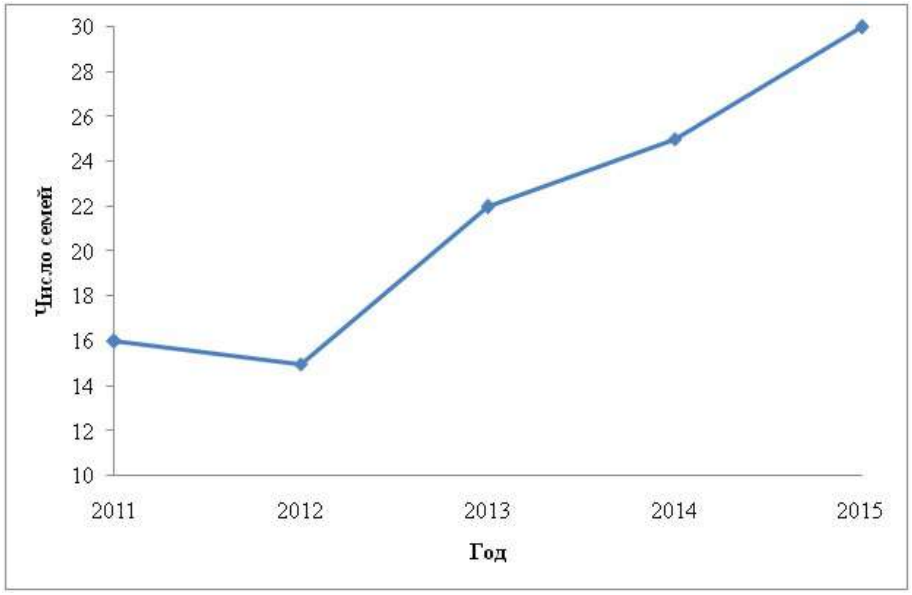


Рисунок 4. Динамика общего числа семей сурков в малых поселениях. По архивным материалам Минприроды УР и нашим данным.

Отметим, что ежегодно – за исключением 2002 г – в малых поселениях фиксировались сеголетки. При этом в некоторых поселениях детёныши отмечались не каждый год, что связано с эффектом выборки – при малом числе семей выше вероятность, что все репродуктивные пары пропустят размножение. Во всех образовавшихся малых поселениях (за исключением обнаруженного в 2014 г. малого поселения № 8) при обследовании на следующий год в летний период встречались сеголетки. Размножение пар в малых поселениях можно объяснить с общебиологических позиций. В работах на многих видах показана зависимость плодовитости от плотности популяции [13]. Сурки в малых поселениях контактируют с небольшим числом сородичей, это может стимулировать размножение. В этом же можно увидеть и причину образования одиночных семей и колоний из 2-3 семей в крупных поселениях №№ 1 и 3. Размножение сурков в малых пространственных группировках отмечалось так же в Нижегородской области [10].

Несмотря на наличие размножающихся особей, малые пространственные группировкипроявляют медленный рост. Малые поселения №№ 9 и 11 известны с конца XX в, следовательно, сравнимы по возрасту с крупными Кулюшевским, Новопоселеннским и Соколовским поселениями. На протяжении всего периода существования указанные выше поселения насчитывали не более 6 и 3 семей соответственно. Причиной отсутствия роста числа семей можно назвать, во-первых, небольшую ёмкость среды [14]. Ныргындинское-1 поселение находится в небольшой балочной сети р. Ильнешка, а Юньгинское – на обрыве коренного берега р. Кама. Территории, пригодные для существования сурков, здесь невелики. Для искусственного заселения изначально выбирались крупные овражно-балочные системы с выпасом скота, обладающие большей емкостью.

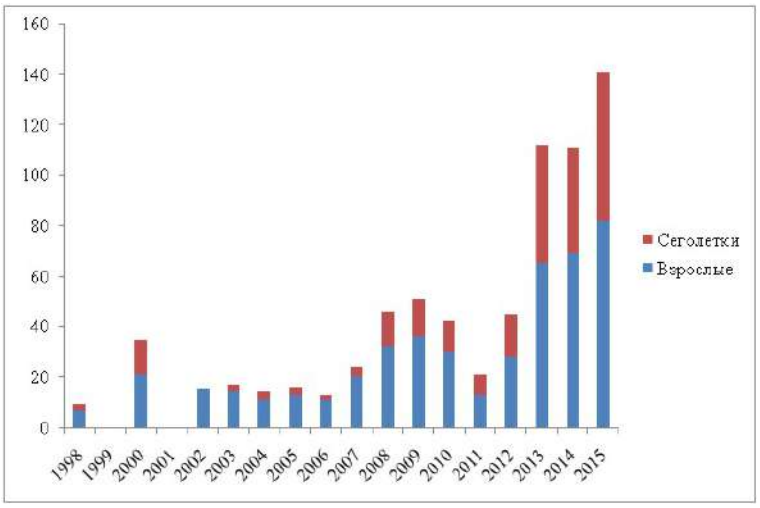


Рисунок 5. Динамика численности сурков в малых поселениях. По архивным материалам Минприроды УР и нашим данным.

Во-вторых, причиной отсутствия роста численности может быть и низкое генетическое разнообразие особей, образовавших поселение, что может вызвать как негативные явления инбридинга, так и увеличение расселительной активности. По данным, полученным В.В. Колесниковым [15] в Воронежской и Ульяновской областях, быстрый рост демонстрировали поселения, произошедшие от 6-8 интродуцированных семей. Отсутствие роста поселений, произошедших от 2-3 семей, автор связывает с отсутствием разнообразия генофонда. В Удмуртии рост числа семей и увеличение размеров демонстрируют поселения, в которые осуществлялся выпуск в общей сложности от 10 до 184 сурков. В случае Новопоселеннского и Кулюшевского поселений это был дополнительный выпуск в образовавшиеся естественным путём пространственные группировки. Их развитие подтверждает рекомендацию, предложенную В.В. Колесниковым [15] о стимуляции роста медленнорастущих поселений путём дополнительных выпусков в них сурков.

Очевидно, что, по сравнению с крупными поселениями, малые поселения и, в особенности, изолированные семьи являются в большей степени неустойчивыми элементами. В 2000-х гг. отмечались случаи исчезновения малых поселений. Причиной исчезновения, стала деятельность человека: прекращение пастьбы в малом поселении № 9 и строительные работы на территории поселения в поселке Усть-Бельск. В ходе наших исследований зафиксированы случаи упадка и исчезновения малых поселений. Возможно, эти – теперь изолированные семьи – в скором времени исчезнут. Так, в 2015 г. в окрестностях д. Ермолаево Киясовского района Удмуртии было обнаружено 2 семьи байбака, обе занимали нетипичные местообитания – на залесённом берегу пруда и в груде перегноя, собранного с силосной ямы. В 2016 г. во второй точке сурки замечены не были, а с 2018 г. сурков не наблюдали и у пруда.В то же время, нельзя исключать их возрождение за счёт повторного заселения сурками из крупных и стабильных поселений. Н.М. Самхарадзе [16] классифицировала такие неустойчивые пространственные группировки сурков как «пульсирующие колонии».

При возникновении подходящих условий (к примеру, организации или возобновлении выпаса скота; посева на близлежащих территориях кормовых трав) исчезнувшие поселения могут возрождаться. Так, летом 2017 г. вновь были замечены сурки в овражно-балочной сети р. Чегандинка (малое поселение № 9) где зверьки обитали с 2000 по 2004 гг. Предпосылкой для этого служит, по нашему мнению, сохраняющиеся в течение многих лет стабильные элементы биологического сигнального поля [17] (остатки нор и сурчин), а так же стандартные пути расселения сурков [4].

Особенности расположения семейных участков в небольших пространственных группировках, в большинстве случаев, соответствуют общим тенденциям, выявленным в крупных. Семейные участки сурков в таких поселениях расположены, главным образом, в нижних и средних частях склонов тёплых румбов. Растительный покров – злаково-разнотравный, древесно-кустарниковая растительность практически отсутствует. Исключением являлось поселение № 10, где семейные участки лежат на вершинах склонов, т.к. только здесь имеются злаково-разнотравные ассоциации по высоте не превышающие 30-40 см. Донная часть балки

заросла высокой рудеральной растительностью. На территории семейных участков произрастают деревья и кустарники (яблоня, черемуха, рябина). Это поселение расположено на месте бывшей д. Ильнеш, чем и объясняются особенности растительного покрова.

Из молодых малых поселений в небольших балках расположены №№ 2, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15. Площадь, пригодная для заселения сурками здесь составляет не более 20 га. Значительного увеличения численность сурков здесь мы не ожидаем. Поселения №№ 1, 4, 6, 10 расположены в более крупных балочных сетях. Эти поселения (потенциально – при создании на всей территории балочной сети оптимальных условий для сурков, к примеру, организации выпаса, сенокошения и посевов кормовых трав на близлежащих территориях) могут увеличиться в размерах и занять большую площадь. При организации дополнительных выпусков сурков, на наш взгляд, следует обратить внимание именно на эти пространственные группировки.

Изолированные семьи сурков, выявленные в ходе наших исследований, можно разделить на две группы. Первая – малые поселения, в которых численность сократилась до 1 семьи. К данной группе относятся семьи №№ 6, 8, 10. В случае с Быргындинской семьёй (№ 10) образовавшейся около 25 лет назад, скорее всего, наблюдается постепенное угасание малого поселения. В настоящее время сурки сместились с места прежнего пребывания. Причинами этого могли быть деятельность человека (в 500 м от поселения в 2012 г. велось строительство автомобильной асфальтированной дороги) и пресс хищников (в балке, где располагалось поселение, обитала лисица). Высота травостоя в балке достигала 70-80 см, недостаточный обзор мог сделать животных более уязвимыми для хищников. Сурки переселились на 400 м в поле, обустроив норы возле заброшенных бетонных колодцев оросительной системы. Выбор данного участка мы связываем с проведением в окрестностях сенокошения. Так же данная семья находится рядом с крупными поселениями и, вероятно, поддерживается переселенцами из них.

В других изолированных семьях снижение численности мы связываем с первоначальным выбором зверьками при расселении не самых оптимальных участков. Семьи №№ 6 и 8 в 2013 г. насчитывали 2 семьи. В обоих случаях одна из этих семей была расположена на неблагоприятном участке с высоким травостоем.

Вторая группа изолированных семей – те, в которых никогда в ходе наших работ не существовало более одной семьи. Это семьи №№ 1,2, 3, 4, 5, 7, 9, 11. Среди них так же есть занявшие нетипичные местообитания. Семьи № 2 и 3 поселилась в куче перегноя, № 7 – в люцерновом поле. Отметим, что временные норы сурков в полях кормовых трав мы встречали во многих поселениях. Другие изолированные семьи этой категории обитают в типичных для степного сурка Удмуртии безлесных балочных сетях, покрытых злаково-разнотравной растительностью.

По нашему мнению, изолированные семьи, образовавшиеся в недавнее время, являются пионерными пространственными образованиями. Их появление связано с активным расселением степного сурка в Удмуртии. Зверьки осваивают новые территории, с этим связаны и факты обитания в нетипичных условиях. При этом не все попытки расселения оказываются удачными.

Изолированные семьи образуют своеобразный внешний край ареала сурков в Удмуртии: такими пространственными группировками представлены и наиболее северная (№ 1), и наиболее западная (№ 2) точки обитания байбака в республике. Так же обращает на себя внимание концентрация изолированных семей в Сарапульском районе и северной части Каракулинского района (№№ 3-8). Наиболее вероятно, что они основаны сурками, расселяющимися из Соколовского поселения. В Каракулинском районе изолированных семей меньше, по нашему мнению, это связано с большим количеством крупных и малых поселений в районе, в связи с чем переселенцы не занимают новые балочные сети, а вселяются в уже существующие пространственные группировки сурков.

Численность сурков в изолированных семьях, как пионерных либо угасающих пространственных образованиях является невысокой. К примеру, в 2017 г. сотрудниками Минприроды УР во всех изолированных семьях Удмуртии были учтены 33 зверька, из которых 9 были детёнышами этого года.

Следует отметить, что и небольшие поселения, и изолированные семьи (так, семья № 5 существует уже 12 лет, в 2014-2016 гг. здесь фиксировалось наличие приплода) могут стабильно существовать на протяжении длительного времени. Стабильное существование таких «выселков» могут обеспечить выпас скота, близость посевов кормовых трав, а также близость материнского крупного поселения, откуда на территорию небольшого поселения будут приходить мигранты (возможно, обновляя состав поселения полностью). В последнем случае, по аналогии с

выделенными Н.П. Наумовым [18] (полу)зависимыми популяциями, мы можем назвать малые поселения и изолированные семьи (полу)зависимыми пространственными группировками.

Все малые поселения и изолированные семьи в той или иной степени подвержены влиянию деятельности человека. По причине небольших размеров они являются весьма уязвимыми к негативным эффектам антропогенного воздействия. Браконьерская охота, антропогенная нагрузка на местность, а так же пресс хищников (в первую очередь – бродячих собак) могут уничтожить эти пространственные группировки полностью. Их исчезновение незначительно отразится на общей численности степного сурка в Удмуртии, но может затормозить процесс естественного расселения животных.

Заключение. Таким образом, в Вятско-Камском междуречье нами выделено 31 поселение степного сурка. 26 из них насчитывают 1-9 семей, вследствие чего относятся нами к малым пространственным группировкам. Большинство из них образовались в последние 10-15 лет. Подобные пространственные группировки сурков являются зависимыми структурами, долгое пребывание зверьков здесь поддерживается вселенцами из крупных поселений. Данные территориальные образования являются неустойчивыми. Наблюдались как случаи исчезновения малых поселений и изолированных семей, так и их вторичного появления. В ряде случаев зверьки заселяли нетипичные местообитания: поля кормовых трав, силосные ямы. Формирование подобных пространственных образований является способом освоения сурками новой территории.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Биоразнообразие природных экосистем Заволжско-Уральского региона: история его формирования, современная динамика и пути охраны» (FEWS-2024-0011).

Список литературы

1. Павлинов И.Я. Систематика современных млекопитающих (2-е изд.) М.: Изд-во МГУ, 2006. 297 с.
2. Огнев С.И. Звери СССР и прилежащих стран. М.: АН СССР, 1947. Т. 5. 809 с.
3. Бибиков Д.И. Сурки. М.: Агропромиздат, 1989. 250 с.
4. Машкин В.И. Европейский байбак: экология, сохранение и использование. Киров, 1997. 160 с.
5. Сидоров Г.Н., Кассал Б.Ю., Гончарова О.В., Вахрушев А.В., Фролов К.В. Териофауна Омской области (промысловые грызуны): монография. Омск: Наука; «Амфора», 2011. 542 с.
6. Загуменов М.Н. История расселения и особенности современного распространения степного сурка (*Marmota bobak* Müll, 1776) в Удмуртской Республике // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2014. № 1. С. 85-92.
7. Загуменов М.Н. Особенности экологии интродуцированного степного сурка (Marmota bobak) в условиях югалесной зоны (на примере Удмуртской Республики): Дис. … канд. биол. наук. Ижевск, 2019. 208 с.
8. Загуменов М.Н. Степной сурок (*Marmota bobak*) в Агрызском районе Республики Татарстан // Экосистемы. 2020. Вып. 22(52). С. 128-132.
9. Димитриев А.В. О результатах первого внутриреспубликанского расселения сурков в Урмарском районе Чувашской Республики // Сурки Палеарктики: биология и управление популяциями: тез. докл. III Междунар. (VII) Совещ. по суркам стран СНГ. М., 1999. С. 26-27.
10. Леонтьева М.Н., Захаров А.П., Парамонов Г.В. О состоянии поселения байбака в Нижегородской области // Биология сурков Палеарктики. М., 2000. С. 34-44.
11. Наумов Р.В., Кузьмин А.А., Титов С.В. Современное распространение степного сурка (*Marmota bobak* Müller, 1776) в Ульяновской Области // Вестник ТвГУ. Сер. Биология и экология, 2014. № 4. С. 153-159.
12. Артемьева Е.А., Селищев В.И., Селищев А.В. Состояние популяций сурка-байбака Marmota bobak Müller, 1776 (Rodentia, Sciuridae) в среднем Поволжье // Сурки Евразии: экология и практическое значение: мат. XI Междунар. Совещ. по суркам стран бывш. Советского Союза. М., 2015. С. 4-6.
13. Шилов И.А. Экология. М.: Высшая школа, 1998. 512 с.
14. Машкин В.И. Емкость среды обитания сурков // Сурки Евразии: экология и практическое значение: мат. XI Междунар. Совещ. по суркам специалистов стран бывш. Советского Союза. М., 2015. С. 85-89.
15. Колесников В.В. К вопросу о минимальной жизнеспособной популяции // Сурки Евразии: происхождение и современное состояние: докл. V Междунар. конф. по суркам. Ташкент, 2007. С. 57-63.
16. Самхарадзе Н.М. Особенности биологии и биоценотические отношения степного сурка (*Marmota bobak* Müll) на северной границе ареала в Поволжье: автореф. дис. … канд. биол. наук. М., 2003. 21 с.
17. Ванисова Е.А. Видовая специфика стабильных элементов биологического сигнального поля сурков // Сурки Евразии: экология и практическое значение: материалы XI Междунар. совещ. по суркам специалистов стран бывш. Советского Союза. М., 2015. С. 24-28.
18. Наумов Н.П. Экология животных. М., 1963. 619 с.

УДК 504.064
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-463-468

О ДОПУСТИМЫХ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗКАХ НА ВОДОСБОРАХ РЕК СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЮГА РОССИИ (В ПРЕДЕЛАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

ALLOWABLE ANTHROPOGENIC LOADS ON WATER CHANGES OF RIVERS OF THE STEPPE ZONE OF SOUTH RUSSIA (THE ROSTOV REGION)

Закруткин В.Е.[1], Решетняк О.С.[1,2], Усова Е.В.[3]
Zakrutkin V.E.[1], Reshetnyak O.S.[1,2], Usova E.V.[3]

[1]Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия
[2]Гидрохимический институт, Ростов-на-Дону, Россия
[3]Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов, Ростов-на-Дону, Россия

[1]Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
[2]Hydrochemical Institute, Rostov-on-Don, Russia
[3]Russian Research Institute for Integrated Use and Protection of Water Resources, Rostov-on-Don, Russia

E-mail: olgare1@mail.ru

Аннотация. В статье обозначена серьезность проблемы ухудшения гидроэкологического состояния водных ресурсов в Ростовской области. Представлены и проанализированы сведения о сбросе сточных вод в поверхностные водотоки и водоемы Ростовской области за периоды до и после 2000 года. Показано, что несмотря на снижение объемов сброса сточных вод, доля недостаточно очищенных сточных вод остается достаточно высокой (в среднем 15-20%). Приведены данные о качестве воды и основных характерных загрязняющих речные воды веществах. Показано, что после 2000 года загрязненность нижнего течения реки Дон снизилась до категории «загрязненная» (3-й класс качества воды) на фоне стабильно высокого уровня загрязненности воды основных притоков (4-5 классы). Наибольшую озабоченность вызывает экологическое состояние малых рек степной зоны, несмотря на уменьшение поступления в них загрязняющих веществ со сточными водами ситуация не улучшилось. На фоне длительного маловодного периода интенсивность загрязнения средних и малых рек осталась стабильно высокой.

Сопоставление данных по антропогенной нагрузке за счет сброса сточных вод и динамики качества воды позволило оценить допустимый уровень нагрузки. Выделены региональные нормативы содержания отдельных загрязняющих веществ в загрязненных сточных водах. Полученные результаты могут быть использованы в качестве первого шага при оценке допустимых антропогенных нагрузок на водные ресурсы Ростовской области в связи с хозяйственной деятельностью на водосборах.

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, реки степной зоны Юга России, сброс точных вод, качество воды.

Abstract. The article outlines the seriousness of the problem of deterioration of the hydroecological condition of water resources in the Rostov region. Information on wastewater discharges into surface watercourses and reservoirs of the Rostov region for the periods before and after 2000 is presented and analyzed. It is shown that, despite the reduction in wastewater discharge volumes, the share of insufficiently treated wastewater remains quite high (15-20%). Data on water quality and the main characteristic pollutants of river waters are provided. It is shown that after 2000, the pollution of the lower reaches of the Don River decreased to the "polluted" category (3rd class of water quality) against the backdrop of a consistently high level of water pollution in the main tributaries (classes 4-5). The greatest concern is the ecological state of small rivers in the steppe zone; despite the decrease in the flow of pollutants into them from wastewater, the situation has not improved. Against the backdrop of a long period of low water, the intensity of pollution of medium and small rivers remained consistently high. Comparison of data on anthropogenic load due to wastewater discharge and water quality dynamics made it possible to estimate the permissible load level. Regional standards for the content of individual pollutants in contaminated wastewater have been identified. The results obtained can be used as a first step in assessing the permissible anthropogenic loads on water resources of the Rostov region in connection with economic activities in watersheds.

Key words: anthropogenic load, rivers of the steppe zone of Southern Russia, waste water discharge, water quality.

Введение. Неблагополучная экологическая обстановка, сложившаяся к началу 90-х годов в России в целом и в Ростовской области, в частности, наряду с ухудшающимися условиями финансирования природоохранной деятельности вызвали необходимость поиска

нестандартных решений в области управления охраной окружающей среды, в том числе водными ресурсами.

На протяжении многих десятков лет поверхностные воды подвергаются интенсивному антропогенному воздействию. Источниками загрязнения поверхностных вод бассейна р. Дон являются сточные воды крупных предприятий машиностроительной, пищевой, химической и др. отраслей промышленности, хозбытовые сточные воды, смыв с сельхозугодий, неорганизованные сбросы животноводческих комплексов, шахтные воды и т.д. Бóльшая часть сточных вод подвергается различным видам очистки, однако очистные сооружения работают не всегда достаточно эффективно, поэтому довольно часто в водоемы и реки сбрасываются недостаточно очищенные сточные воды, содержащие органические и взвешенные вещества, нефтепродукты, фенолы, соединения азота, тяжелые металлы и другие химические соединения, негативно влияющие на гидрохимический режим водных объектов [1].

По данным на 2000 год выпуски сточных вод осуществляли в основном в реки Дон, Северский Донец, Маныч, Миус и Таганрогский залив 213 крупных предприятий Ростовской области. Всего же в границах области было размещено 866 водопользователей, имеющих собственные водозаборы, в том числе в бассейне Северского Донца (на территории России) – 331 [1]. В период с 2008 по 2022 год количество официальных водопользователей изменялось от 431 (в 2015 г.) до 601 (в 2020 г.), что приводило к значительным изменениям в количественных характеристиках и структуре сбрасываемых сточных вод.

В связи с этим особенно актуальным является исследование антропогенной нагрузки на водные объекты особенно в вододефицитных степных районах России, к которым относится и Ростовская область.

Результаты исследований и их обсуждение. Сведения о сбросе сточных вод в поверхностные водотоки и водоемы Ростовской области за период с 1992 по 1999 гг. и после 2000 года приведены в *таблице 1*. Как видно, суммарный объем выпуска сточных вод в поверхностные водные объекты был наибольшим в 90-х годах и неуклонно сокращался, что являлось следствием сокращения промышленного и сельскохозяйственного производства в тот период. Так, в 1999 г. по сравнению с 1992 г. он уменьшился на 34%. В то же время сброс загрязненных вод оставался за рассматриваемый период практически неизменным (даже увеличился в 1999 г. на 4%). Поступление в водные объекты большинства загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах, также снизилось [1] *(таблица 2)*. Снижение антропогенной нагрузки в 1990-е годы должно было способствовать улучшению качественного состояния водных ресурсов.

Таблица 1

Динамика сброса сточных вод по категориям степени очистки (млн м^3/год) по Ростовской области

Год	Суммарный объем выпуска сточных вод в поверхностные водные объекты	В том числе	
		нормативно чистые или нормативно очищенные	загрязненные/ требующие очистки (доля, %)
До 2000 года [1]			
1992	3669	3052,0	617,0 (16,8)
1993	3460	2632,1	827,9 (23,9)
1994	3225	2565,0	660,0 (20,4)
1995	3066	2346,8	719,2 (23,4)
1996	3183	2424,5	758,5 (23,8)
1997	2627	2049,3	577,7 (22,0)
1998	2370	1728,8	641,2 (27,0)
1999	2414	1768,6	645,4 (26,7)
После 2000 года (составлено по данным [2])			
2007	1453,96	1139,87	314,09 (21,6)
2008	1462,51	1161,24	301,27 (20,6)
2009	1302,55	1009,38	293,17 (22,5)
2010	1389,38	1127,09	262,29 (18,9)
2011	1258,46	1023,22	235,24 (18,7)

Год	Суммарный объем выпуска сточных вод в поверхностные водные объекты	В том числе	
		нормативно чистые или нормативно очищенные	загрязненные/ требующие очистки (доля, %)
2012	1716,90	1480,70	236,20 (13,8)
2013	1731,21	1478,42	252,79 (14,6)
2014	1868,64	1606,67	261,97 (14,0)
2015	1365,19	1112,40	252,79 (18,5)
2016	1422,66	1148,77	273,89 (19,3)
2017	1663,22	1413,13	250,09 (15,0)
2018	1701,55	1466,42	235,13 (13,8)
2019	–	–	–
2020	1234,81	1008,52	226,29 (18,3)
2021	1400,60	1161,62	238,98 (17,1)
2022	1526,04	1281,25	244,79 (16,0)

После 2000 г. суммарный объем выпуска сточных вод в поверхностные водные объекты Ростовской области значительно ниже данного показателя 90-х годов, но имеет место быть межгодовая динамика. Так в 2015 г. объем сбрасываемых сточных вод снизился на 26,9% по сравнению с 2014 годом, а в 2021 – наоборот, возрос на 13,43%. При этом доля загрязненных и требующих очистки сточных вод стала несколько ниже и после 2010 года не превышала 20% *(таблица 1)*.

Таблица 2

Динамика сброса отдельных загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты Ростовской области в период до 2000 г. (составлено по [1])

Виды загрязняющих веществ	1992	1995	1997	1999	1999 в % к 1992
Нефтепродукты (тыс. т)	1,68	0,40	0,17	0,12	-93
Сухой остаток (тыс. т)	898	1095	866	816	-9,2
Сульфаты (тыс. т)	316,0	414,1	370,1	347,6	+10
Хлориды (тыс. т)	125,0	174,1	144,8	159,1	+27
Фосфор общий (т)	1004,0	692,7	455,3	529,2	-47,2
Азот аммонийный (т)	2693,0	1335,0	866,7	781,5	-71
Нитриты (т)	132,0	126,0	109,7	164,0	+24
Железо (т)	394,0	145,0	117,5	189,0	-52,1
Медь (т)	8,90	2,60	2,42	2,98	-66,6
БПК (тыс. т)	16,4	8,90	7,08	8,80	-42,4

Вода р. Дон – главной водной артерии Ростовской области – в основном характеризовалась в период до 2000 года, как «очень загрязненная» или «грязная». При этом отмечалось повышенное содержание железа (1,1-6,1 ПДК), нефтепродуктов (1,0-4,0 ПДК), цинка (1,3-2,6 ПДК), марганца (1,8-6,6 ПДК), алюминия (1,3-8,7 ПДК), сульфатов (1,0-2,5 ПДК) [1]. Уровень загрязненности воды реки Дон возрастает ниже впадения ее основных притоков – рек Северский Донец и Маныч, вода которых чаще всего имеет 4-й класс качества и характеризуется как «грязная». После 2000 года загрязненность воды в нижнем течении реки Дон снизилась до категории «загрязненная» (3-й класс качества воды) на фоне стабильно высокого уровня загрязненности воды основных притоков [3].

Главный приток р. Дон – р. Северский Донец имеет высокую минерализацию воды – от 687 до 2123 мг/дм^3 [1]. За многолетний период степень загрязненности вод находится на стабильно высоком уровне («очень загрязненная» или «грязная»). Постоянно фиксируются превышения норматива по содержанию соединений меди (3-4 ПДК), железа (2-3 ПДК), сульфатов (3-5 ПДК), фосфатов (1,6 ПДК), азота нитритного (1,5-2,5 ПДК), органических веществ (1,5-2,0 ПДК) [4].

В пределах Ростовской области качество воды р. Северский Донец формируется под влиянием его многочисленных притоков, главным образом рек Большая Каменка, Кундрючья, Глубокая, Лихая, Калитва и Быстрая. Уровень загрязненности воды в р. Северский Донец незначительно увеличивается к устью и «определяется рядом макро- и микрокомпонентов, среди которых соединения марганца и меди вносят значительный вклад» [5]. Выявлена значимая взаимосвязь между уровнем загрязненности донных отложений на устьевом участке Северского Донца и степенью загрязненности воды (по УКИЗВ), что указывает на существенный вклад микрокомпонентов в общий уровень загрязненности речных вод.

Экологически напряженной зоной является бассейн р. Маныч, зарегулированной каскадом Манычских водохранилищ (Пролетарским, Веселовским, Усть-Манычским), расположенных на территории Ростовской области, Калмыкии и Ставропольского края. Вода р. Маныч характеризуется повышенной естественной минерализацией, что наряду с поступающими в водохранилища высокоминерализованными коллекторно-дренажными водами с орошаемых площадей Ростовской области и Ставропольского края обусловило превышение ПДК по величине общей минерализации до 30 раз. В 1999 г. вода р. Маныч характеризовалась как «очень грязная» (4-й класс качества). Уровень загрязненности воды наиболее высок в устьевой ее части. По сравнению с 1998 г. в устье реки увеличилось содержание железа с 3,7 до 6,4 ПДК, взвешенных веществ с 20,0 до 37,7 мг/дм^3 [1]. После 2000 года ситуация не улучшалась, по-прежнему, «превышение предельно допустимых концентраций было характерно для следующих химических компонентов: суммы ионов, сульфатов, ионов магния, легкоокисляемых органических веществ по $БПК_5$, органических веществ (по ХПК), нитритов, соединений железа и ионов меди. Качество воды за период 2001-2017 гг. не улучшилось» [6].

Экологическое состояние малых рек области, несмотря на уменьшение поступления в них загрязняющих веществ со сточными водами вследствие экономического кризиса в производстве в 90-х годах не улучшилось [1], интенсивность загрязненности воды средних и малых рек практически не снизилась и в период после 2000 года. Наиболее сильно загрязнены воды рр. Тузлов, Аюта, Кундрючья и Большая Гнилуша. Класс качества воды этих малых рек 5-й («грязная») [7]; отмечается превышение ПДК по сульфатам, соединениям железа и меди, нитритному азоту, ионам магния, органическим веществам и нефтепродуктам.

В бассейнах рек Лихая, Кундрючья и Большая Гнилуша ухудшение качества речной воды под влиянием техногенных шахтных вод произошло примерно на 12% [8] и в отдельных случаях фиксировались случаи экстремально высокого уровня загрязнения воды соединениями алюминия, железа и цинка.

Для оценки степени антропогенной трансформации химического состава речных вод нами использованы данные ретроспективного анализа. В частности, было сопоставлено содержание макрокомпонентов (ионов Ca^{2+}, Mg^{2+}, HCO^-_3, SO_4^{2-}, $C1^-$) для р. Дон в створе станицы Раздорская с их содержанием, осредненным за 1955-1960 гг. и принятым в качестве условного природного фона. Как было показано ранее [1], к началу 90-х годов химический состав вод оказался существенно трансформированным в результате все усиливавшегося в то время антропогенного пресса. Это проявилось в динамике содержания сульфатов, хлоридов и минерализации воды. Так, к 1991 г. средние значения концентраций макрокомпонентов увеличились соответственно в 2,1; 2,25 и 1,75 раза. Затем в связи со спадом производства их содержание стало уменьшаться и к 1999 г. среднегодовая концентрация сульфатов снизилась на 13%, хлоридов – на 36%, минерализации – на 17%.

Трансформация ионного состава речных вод в бассейне Нижнего Дона происходила не только за счет изменения антропогенной нагрузки, но и за счет нарушения гидрологического режимы вследствие строительства Цимлянского водохранилища. Особенности пространственно-временных изменений состава воды и возможность засоления речных вод в нижнем течении Дона представлены в работе [9].

В последние годы также отмечается возрастание содержания макрокомпонентов в воде рек степной зоны. В основном это связывают со снижением водности рек и длительным периодом маловодья на Дону.

Таким образом, снижение антропогенной нагрузки на водный компонент окружающей среды (снижение объемом водопотребления и объемов сброса сточных вод) должно было способствовать увеличению речного стока и улучшению качества воды. Однако этого не произошло в силу природно-климатических причин (длительного маловодья в бассейне Нижнего Дона) и того, что изменение качества воды не всегда адекватно изменению антропогенной

нагрузки. Во всяком случае, значительного улучшения состояния рек и водоемов, как можно было ожидать, исходя, например, из динамики сбросов загрязняющих веществ, не произошло.

Для решения проблемы нормирования хозяйственной деятельности на водосборах, с точки зрения ее влияния на поверхностные воды, нами в качестве основного методического приема использован сопряженный пространственно-временной анализ нагрузок на водосборы и состояния речных систем. При этом мы исходили из предположения, что один и тот же уровень антропогенной нагрузки на водосборы соответствует адекватной реакции речных экосистем.

Воздействие промышленности и городского хозяйства на речную сеть в интегральном виде, как известно, осуществляется за сет сброса сточных вод и диффузного стока с территории. Поступление с этими потоками в реки загрязняющих веществ регламентируется природоохранными органами на локальном уровне нормативом допустимого сброса (НДС). Причем, для каждого водопользователя рассчитываются свои нормативные объемы сброса сточных вод (ПДС – предельно допустимы сброс). Однако при этом не учитывается суммарный региональный эффект, который оказывают сточные воды на состояние речных вод. Поэтому представляется целесообразным корректировать ПДС с учетом региональных нормативов [1].

Региональные нормативы на сброс сточных вод могут быть оценены, в первом приближении, путем сопоставления динамики состояния загрязненности речных вод по гидрохимическим показателям и загрязненности сточных вод. Так ранее в работе [1] было показано, что в период 1993-1994 гг. по Ростовской области в целом произошел переход качества воды из 4 класса («грязная») в 3-й («загрязненная») и данному переходу соответствовали условная расчетная величина индекса загрязненности сточных вод (ИЗст), равная примерно 10. Этому рубежу соответствовал в среднем объем загрязненных сточных вод около 700 млн м^3, а средний объем всех сточных вод – примерно 3300 млн м^3 *(таблица 1)*. Эти величины, на наш взгляд, и могут быть рекомендованы в качестве ориентировочных региональных нормативов на ближайшую перспективу. Дальнейший переход качества воды во 2-й класс («слабо загрязненная» вода) в условиях высокого уровня эвтрофирования речных экосистем степной зоны на ближайшую перспективу не реален, требует огромных материальных затрат, хотя к нему, необходимо стремиться и окончательное решение за природоохранными и административными органами.

В начале 2000-х годов объем сброса сточных вод в поверхностные воды снизился почти в 2 раза, но значительного улучшения качества воды рек не произошло. Это говорит о том, что на изменение качества воды оказывают влияния в значительной степени и другие факторы. Можно ориентировочно оценить для периода после 2000 г. региональные нормативы на средний объем загрязненных сточных вод около 350 млн м^3, а средний объем всех сточных вод – примерно 1650 млн м^3. Это предварительные данные, требующие дальнейшего детального исследования и подтверждения. Но это наиболее «мягкий» вариант нормативов («задача – минимум»), направленных на удержание качества воды на уровне 3-го класса («загрязненные» воды). При необходимости могут быть рассчитаны и более «жесткие» их параметры, ориентирующие на улучшение качественного состава речных вод.

Заключение. В заключении хотелось бы еще раз подчеркнуть, что на сегодняшний момент наибольшую озабоченность вызывает экологическое состояние малых рек степной зоны, несмотря на уменьшение поступления в них загрязняющих веществ со сточными водами. В последние годы на фоне длительного маловодного периода уровень загрязненности воды средних и малых рек остается стабильно высоким.

Дополнительно к нормированию нагрузки сточными водами необходимо учитывать нагрузку в связи с активной сельскохозяйственной деятельностью на водосборах степных рек Юга России. Здесь нередко пересекаются противоречивые экономические интересы землепользователей и водопользователей [1]. Так, получение высоких урожаев не мыслится без внесения большого количества удобрений, что в то же время приводит к ухудшению качества речных вод, развитию эвтрофикации. Но и наличием только чистых речных вод, конечно, не могут ограничиваться интересы населения. В задачи природоохранных органов, поэтому должен входить поиск компромиссных решений. Пока же многие возникающие при этом вопросы решаются, как правило, в интересах сельского хозяйства.

Представленные в работе результаты носят предварительный характер и будут уточняться в дальнейших наших исследованиях. Полученные результаты могут быть использованы в качестве первого шага при оценке допустимых антропогенных нагрузок на водные ресурсы Ростовской области в связи с хозяйственной деятельностью на водосборах.

Список литературы

1. Закруткин В.Е. О допустимых антропогенных нагрузках на водный компонент окружающей природной среды в связи с хозяйственной деятельностью на водосборах (на примере Ростовской области) // Регион: проблемы и перспективы. Специальный выпуск: Экология Северского Донца. Ноябрь. 2001. С. 29-35.

2. Сайт Министерства природных ресурсов и экологии Ростовской области. URL: https://минприродыро.рф (дата обращения: 23.01.2024).

3. Решетняк О.С. Многолетняя изменчивость химического состава и качества воды в бассейне реки Дон // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2023. Т. 8. № 1 (31). С. 52-60. DOI: 10.25744/genb. 2023.87.88.005.

4. Сайт Гидрохимического института / Ежегодники «Качество поверхностных вод РФ». URL: https://gidrohim.com (дата обращения: 17.01.2024).

5. Решетняк В.Н., Закруткин В.Е. Взаимосвязь химического состава и уровня загрязненности речных вод и донных отложений рек бассейна Северского Донца (в пределах Ростовской области) // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2022. № 3. С. 91-102.

6. Сазонов А.Д., Решетняк О.С., Закруткин В.Е. Изменчивость гидрохимических характеристик рек Сал и Западный Маныч в условиях современного антропогенного воздействия и климатических изменений (в пределах Ростовской области) // Наука Юга России. 2021. Т. 17. № 1. С. 24-36.

7. Закруткин В.Е., Скляренко Г.Ю., Бакаева Е.Н., Решетняк О.С., Гибков Е.В., Фоменко Н.Е. Подземные и поверхностные воды в пределах техногенно нарушенных геосистем Восточного Донбасса: формирование химического состава и оценка качества. Ростов н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2016. 172 с.

8. Закруткин В.Е., Решетняк О.С., Гибков Е.В. Эколого-гидрохимические особенности речных вод степной зоны юга России (в пределах Ростовской области) // Степи Северной Евразии: материалы VIII междунар. симпоз. (Оренбург, 10-13 сент. 2018 г.). Оренбург, 2018. С. 379-383.

9. Пирумова Е.И. Особенности пространственно-временных изменений минерализации и компонентов солевого состава воды р. Дон в нижнем течении: автореф. дис. … канд. геогр. наук: 25.00.27. Ростов-на-Дону, 2006. 28 с.

УДК [911.52:502.211]-024-043.86(470.6)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-469-473

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА СЕТИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

STRUCTURE AND DYNAMICS OF THE NETWORK OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES OF THE LUGANSK PEOPLE'S REPUBLIC

Заруцкая Ю.Г.
Zarutskaya Ju.G.

Луганский государственный педагогический университет, Луганск, Россия
Lugansk State Pedagogical University, Lugansk, Russia
E-mail: julya.7878@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается значение природоохранной деятельности и заповедного дела на пути сбалансированного развития общества через сохранение биологического разнообразия в природных комплексах посредством создания системы особо охраняемых природных территорий. Приводятся основные итоги исторического развития заповедного дела в России, названы подходы к выделению и совокупности приемов в оценках репрезентативности сетей ООПТ. Дана общая характеристика системы ООПТ РФ. Рассмотрена физико-географическая характеристика объекта исследования – территории Луганской Народной Республики. В основной части статьи изучена история создания, структура, география, динамика и современное состояние сети ООПТ Луганской Народной Республики, как нового субъекта Российской Федерации. ООПТ Луганского края создавались для охраны природных комплексов разнотравно-типчаково-ковыльных степей южных отрогов Среднерусской возвышенности, разнотравно-типчаково-ковыльных степей и байрачных лесов Донецкого кряжа, лесной и лугово-болотной растительности поймы Северского Донца и его песчаной террасы. Дана характеристика первого заповедного участка на территории Луганщины – отделения «Стрельцовская степь», единственного заповедника на территории ЛНР – Луганского природного заповедника. Обозначены основные способы защиты и сохранения биологического разнообразия в регионе через развитие сети особо охраняемых природных территорий, проблемы и перспективы развития сети.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, ООПТ, биоразнообразие, Российская Федерация, Луганская Народная Республика.

Abstract. The article examines the importance of environmental protection and conservation on the path of balanced development of society through the conservation of biological diversity in natural complexes through the creation of a system of specially protected natural territories. The main results of the historical development of conservation in Russia are presented, approaches to the identification and combination of techniques in assessing the representativeness of protected area networks are named. The general characteristics of the system of protected areas of the Russian Federation are given. The physical and geographical characteristics of the object of research – the territory of the Lugansk People's Republic – are considered. The main part of the article examines the history of creation, structure, geography, dynamics and current state of the network of protected areas of the Lugansk People's Republic as a new subject of the Russian Federation. Protected areas of the Lugansk Region were created to protect natural complexes of the mixed-grass-tipchak-kovyl steppes of the southern spurs of the Central Russian Upland, mixed-grass-tipchak-kovyl steppes and bayrach forests of the Donetsk ridge, forest and meadow-swamp vegetation of the floodplain of the Seversky Donets and its sandy terrace. The characteristic of the first protected area on the territory of the Lugansk region – the Streltsovskaya Steppe branch, the only reserve on the territory of the LPR – the Lugansk Nature Reserve is given. The main ways of protecting and preserving biological diversity in the region through the development of a network of specially protected natural areas, problems and prospects for the development of the network are outlined.

Key words: Specially protected natural areas, protected areas, biodiversity, Russian Federation, Lugansk People's Republic.

Введение. Воздействие человека на окружающую среду возросло настолько, что даже при жизни одного поколения людей ощутимо меняется облик планеты. Смена типов ландшафтов на протяжении многих геологических эпох происходила путем эволюционных изменений и путем катастроф. На фоне климатических природных изменений в современную эпоху наиболее мощным фактором преобразований стал человек и его хозяйственная деятельность. Вследствие этого бесследно исчезли первобытные ландшафты. Поэтому для сохранения неповторимых творений природы и их дальнейшего нормального существования необходимой стала природоохранная деятельность и заповедное дело. На пути сбалансированного развития

общества от сохранения биологического разнообразия, зависит существование самого человечества. Стоит учитывать, что развитие общества происходит в условиях экологического кризиса, который сопровождается сокращением биоразнообразия и разрушением естественных механизмов регулирования и стабилизации окружающей среды.

Поэтому возникает острая необходимость сохранения целых природных комплексов и максимально полно эту задачу решает формирование системы особо охраняемых природных территорий (далее – ООПТ). Как показывает мировая и отечественная история природоохранного и заповедного дела создание научно обоснованной системы ООПТ, адекватно отвечающей природному разнообразию региона – наиболее эффективный механизм сохранения экологического равновесия. Доказательством являются набирающие обороты тенденции перехода естественных ландшафтов в статус охраняемых и совершенствование методов управления природопользованием.

История заповедного дела в мире и в России это сложный путь созиданий и крушений, где характер принятия решений и процессы создания охраняемых территорий шли хаотично и во многом бессистемно. Результатом таких действий в России стала: четко выраженная компонентная направленность отдельных регионов, крайне неравномерное распределение охраняемых объектов по территории регионов и несбалансированная структура ООПТ регионов с преобладанием отдельных категорий.

Природные охраняемые территории известны давно и относятся к объектам общенационального достояния. Процесс формирования сетей ООПТ после активного роста охраняемых территорий во второй половине XX столетия, через кризисы, закрытия и упразднения, в России был практически завершен к концу прошлого века. При этом неоднократно менялись приоритеты при отборе объектов охраны, этапы активного образования объектов охраны природы сменялись периодами сокращения площадей и изменения границ. В итоге, современная заповедная система отличается неустойчивостью и требует дальнейших действий.

Вековая история заповедания в России далеко не оконченный путь, заповедная система страны находится в постоянном развитии. Главный современный принцип ее формирования – географичность – представление всех природных зон и провинций в заповедниках, частично в национальных парках (в т.ч. выделенных в заповедных зонах).

Академик РАН А.А. Чибилев выделяет следующие основные направления развития сети охраняемых ландшафтов: утилитарно-прагматическая идеология, экоцентрическое направление и научно-экологическое направление; и основные сценарии развития взаимоотношений человека и Природы следующие: «Вместе с Природой», «Против Природы», «Назад к Природе», «Вперед к Природе» [1].

В науке и практике заповедного дела возникла необходимость эффективно оценивать функционирование существующих сетей и прогнозировать эффективность измененных. Идеи оценивания сводятся к сравнению природного разнообразия сети ООПТ и общего разнообразия региона, в котором находится сеть ООПТ. Другими словами, идет поиск репрезентативности сетей ООПТ. В мировой и отечественной природоохранной практике выделяют ряд подходов в оценках репрезентативности сетей ООПТ: компонентный, ландшафтный, GAP-анализ и комплексный подход [2].

Собственно выделение ООПТ также представляет научную задачу. Наука и практика заповедного дела выделяет ряд подходов к выделению ООПТ и к наиболее значимым относятся: территориальный, геосистемный (комплексный, ландшафтный), геоэкологический, ландшафтный, экологический, ландшафтно-экологический, физико-географический, системный, социально-экономический. Наряду с указанными подходами при создании системы ООПТ выделяют ряд методических принципов: историчности, хронологический, уникальности, целостности, устойчивости, степени хозяйственной преобразованности, репрезентативности (типичности), социальной значимости, эволюционный тренд [3].

Распределение ООПТ по странам мира определяется рядом факторов: географическое положение, уровень социально-экономического развития, особенности государственной политики в области экологии и природопользования и др.

В настоящее время сеть ООПТ Российской Федерации (далее – РФ) представляет собой уникальное явление – систему ненарушенных природных территорий, охватывающих значительную часть природных зон самой большой страны в мире. В основе системы ООПТ РФ – заповедники и национальные парки, как опорные пункты сохранения разнообразия флоры и

фауны, резерваты и поставщики полезных живых организмов для окружающих освоенных территорий и эталоны для количественной оценки антропогенных воздействий на аналогичные природные объекты. В РФ насчитывается 11,9 тысяч ООПТ федерального, регионального и местного значения, их общая площадь составляет 242,1 млн га (14,4% территории) и распределены ООПТ крайне неравномерно [4].

Исследования регионов характеризующихся неравномерностью распределения объектов ООПТ, где происходит быстрое сужение качественной среды обитания и, как следствие, утрата биоразнообразия, в настоящее время являются актуальными.

Основная часть. Социально-экономическое развитие Луганской Народной Республики, (далее – ЛНР) как нового субъекта РФ, сопряжено с решением проблем в области охраны окружающей среды и природопользования. Сложная экологическая ситуация, отвод территорий под хозяйственные нужды, длительные военные действия ведут к изменению объема и структуры естественных ландшафтов, и снижению скорости их восстановления. Возрастающее антропогенное воздействие на биотические компоненты природы региона, создает угрозу разрушения биоэкосистем и биологического разнообразия биосферы.

Целью нашего исследования является изучение структуры и динамики сети ООПТ ЛНР как элемента системы ООПТ РФ.

Теоретические и практические исследования сети ООПТ Луганщины представлены в работах О.А. Арапова, В.А. Борозенца, В.И. Жадана, В.Д. Симоненко, Т.В. Совы, О.П. Фисуненко и др.

Проблема сохранения биологического разнообразия на территории ООПТ является одним из приоритетных направлений современной науки. Общеизвестными в сфере изучения вопросов сохранения биоразнообразия Луганщины являются труды ученых: Г.Н. Высоцкого, В.В. Докучаева, Е.В. Алексеева, А.Н. Воейкова, К.М. Залесского.

Географические особенности биоразнообразия органического мира Луганщины обусловлены рядом факторов: рельефом, климатом, почвами, водными объектами, и в целом – природными комплексами.

Поверхность Луганщины представляет собой волнистую равнину со средними высотами 150-200 м. Южная часть края располагается в пределах Донецкого кряжа (высшая точка Донецкого кряжа гора Могила Мечетная − высота 367,1 м над уровнем моря).

Климат умеренно-континентальный. Средняя температура самого теплого месяца (июля) составляет +21°С, а самого холодного месяца (января) -7°С. Осадков за год 400-500 мм. По территории Луганщины протекает около 120 рек. Основные реки: Северский Донец, Айдар, Лугань, Деркул, Красная и др. Озер мало (около 60). Болота занимают незначительную площадь (7,4 тыс. га).

В почвенном покрове Луганщины преобладают черноземы, сформировавшиеся в результате дернового (черноземного) процесса почвообразования, которые развиваются под лугово-степной и степной травянистой растительностью на различных преимущественно лессовых и лессовидных, почвообразующий породах.

Луганщина расположена в пределах умеренного географического пояса северного полушария, в степной природной зоне. В регионе всего 10 видов ландшафтов, которые объединяют 44 индивидуальных ландшафта.

Луганщина находится в зоне разнотравно-типчаково-ковыльных степей. Лесов мало (около 8% территории), распространены неравномерно. Основные массивы лесов находятся в бассейнах рек Северский Донец и Айдар. Повышенной лесистостью отличается Донецкий кряж. Леса также распространены вдоль рек, на склонах речных долин, балок и оврагов [5].

История развития охраны природы региона сложна и многогранна. Заповедное дело Луганского края начало развиваться с 20-х гг. XX ст. Стрельцовская степь – первый заповедный участок, выделенный на северо-востоке региона (Меловской район, ЛНР) с целью сохранения характерного уголка разнотравно-типчаково-ковыльных степей (410 видов растений, среди которых – 235 типично степные) и популяции байбака степного.

В настоящее время Стрельцовская степь является одним из четырех отделений Луганского природного заповедника. Растительность отделения представлена мезотическим вариантом разнотравно-типчаково-ковыльных степей, для которого характерно участие, как настоящих степных видов, так и представителей более северных луговых степей (*Filipendula vulgaris* Moench, *Anemone sylvestris* L., *Trifolium alpestre* L., и др.), а в основном доминируют злаки: *Stipa tirsa* Stev., *Stipa lessingiata* Trin. et Rupr.; *Festuca valesiaca* Gaud.; *Bromopsis riparia* (Rehm.) Holub, *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub; *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski, *Helictotrichon*

schellianum (Hack.) Kitag., *Poa angustifolia* L.; из кустарников обильны – *Caragana frutex* (L.) C. Koch, *Amygdalus nana* L.; много разнотравья: *Salvia nutans* L., *Phlomis tuberosa* L., *Adonis wolgensis* Stev., *Coronilla varia* L. и др. На территории отделения обитают виды, которые были занесены в «Красную книгу СССР», «Красную книгу УССР» и «Красную книгу ЛНР».

По балкам Стельцовской степи распространены остепненные луга (овсяница, мятлик, тимофеевка, лисохвост). На песчанистых почвах доминируют: *Stipa borysthenica* Klok. ex Prokud., *Festuca beckeri* (Hack.) Trautv., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill.; на карбонатных – *Stipa pulcherrima* C. Koch, *Centaurea carbonate* Klok. и *Centaurea ruthenica* Lam., *Onosma tanaitica* Klok.; солонцеватые участки занимают солончаково-степные виды: *Artemisia pontica* L., *Silene steppicola* Kleop., *Puccinellia gigantea* (Grossh.) Grossh, *Galatella villosa* (L.) Rchb.f., *Festuca valesiaca* Gaud. и *Festuca psevdovina* Hack. ex Weisb.

В Стрельцовской степи растет около 200 видов кормовых растений, 50 эфиромасличных, около 60 видов лекарственных. Обильны декоративные и почвопокровные ковыли. *Paeonia tenuifolia* L., *Phlomis stepposa* Klok., *Coronilla varia* L., *Myosotis popovii* Dobrocz., *Salvia*, *Dianthus*, *Amygdalus nana* L., *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Kraskova и много других, которые целесообразно вводить в культуру для озеленения [6].

В 1968 г., с целью сохранения в естественном состоянии типичных и уникальных для степной ландшафтной зоны естественных природных комплексов (целинных степей, лесной, луговой и лугово-болотной растительности поймы Северского Донца) и некоторых видов животных (сурка европейского и выхухоли) в естественной среде их обитания, был основан Луганский природный заповедник (в настоящее время состоит их четырех отделений): «Станично-Луганское», «Стрельцовская степь», «Провальская степь» и «Трехизбенская степь». Общая площадь заповедника составляет 54,1 км^2, суммарная площадь охранной зоны составляет 16,07 км^2 [7, 8].

Исторический анализ показывает, что в годы СССР на территории региона было создано 80 объектов различных категорий, среди которых преобладали памятники природы и единственный заповедник – Луганский, во времена Украины было создано более 100 объектов (107) и в настоящее время сеть ООПТ ЛНР представляет собой сложную систему объектов и территорий разного подчинения и функционального назначения.

ЛНР как новый субъект РФ, стала частью системы ООПТ РФ. Согласно данным Министерства природных ресурсов и экологии ЛНР обнародованным в 2023 г. в объединенном перечень ООПТ, расположенных на территории Республики процент заповедания в Республике составляет 3,19%, при общей площади территории в 26 683 км^2. ООПТ включают характерные и уникальные для региона геокомплексы, где охраняются ландшафты степей (29%), условно естественных и искусственных лесов (28%), водоемов (1%), населенных пунктов (2%) и пахотных земель (40%), т.е. около 60% площади ООПТ составляют искусственные антропогенные ландшафты.

В настоящее время сеть ООПТ ЛНР состоит из 188 объектов на общей площади 86198,4771 га (860 км^2 при общей площади ЛНР 26 683 км^2): 1 природный заповедник из 4-х отделений; 90 государственных природных заказников; 18 заповедных урочищ; 69 памятников природы; 1 региональный ландшафтный парк; 9 парков-памятников садово-паркового искусства [9].

Структурный анализ данных показал, что по категориям объектов лидируют государственные природные заказники (90), из них: 29 ландшафтные, 21 ботанические, 17 общезоологические; памятники природы – 69 (преобладают ботанические 24 и гидрологические 23); заповедные урочища – 18; после освобождения территории ЛНР в 2022 г. в структуру ООПТ возвратился единственный региональный ландшафтный парк – «Беловодский».

Географический анализ показал, что максимальное количество объектов сосредоточено в Сватовском 17, Новопсковском 15, Антрацитовском 14, Лутугинском и Новоайдарском и Ст.-Луганском районах по 13, Беловодском 12, Меловском 11, Славяносербском 10 объектов. В остальных меньше десяти и полностью отсутствуют в городах Стаханов, Северодонецк, Рубежное и Алчевск. Однако в городе Первомайск функционируют 7 объектов (памятники природы и ландшафтный заказник).

Заключение. В отрасли охраны природы и заповедного дела в регионе существует ряд проблем: необходимость создания новых ООПТ различного ранга; недостаточный контроль, проведение инвентаризации и мониторинга данных; непрекращающиеся боевые действия. В республике решением Правительства создано государственное учреждение – «Дирекция особо охраняемых природных территорий и объектов» для проведения научно-исследовательских и

хозяйственных работ по восстановлению нарушенных войной растительности типовых ландшафтных зон и животного мира края. Перспективами развития сети ООПТ в регионе являются накопленные обоснованные данные для создания новых заповедников на территории республики для сохранения Луганщины – края неповторимых природных объектов и уникальных ландшафтов.

Комплексность охраны природы, создание географической сети заповедных территорий как фундамента пространственного развития и экологической безопасности нашей края и страны послужит обеспечением устойчивости природной среды.

Список литературы

1. Чибилев А.А. Заповедная Россия: истоки, современность, будущее. М.; Екатеринбург; Оренбург: Институт степи ОФИЦ УрО РАН, Русское географическое общество: Постоянная Природоохранительная комиссия, 2021. С. 5-35.

2. Санников П.Ю. Обзор методов репрезентативности сетей ООПТ // Географический вестник. 2014. № 2 (29). С. 108-116.

3. Заруцкая Ю.Г. Ландшафтный подход к созданию особо охраняемых природных территорий Луганской Народной Республики // Материалы пула научно-практических конференций: Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского; Керченский государственный морской технологический университет; Луганский государственный педагогический университет; Луганский государственный университет имени Владимира Даля. Керчь: КГМТУ, 2022. С. 330-333.

4. Присяжная А.А., Чернова О.В., Снакин В.В. Развитие системы ООПТ – основа сохранения биологического разнообразия природных комплексов [Электронный ресурс] // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. 2016. Т. 11. Вып. 1: Система планета Земля. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-sistemy-osobo-ohranyaemyh-prirodnyh-territoriy-oopt-osnova-sohraneniya-biologicheskogo-raznoobraziya-prirodnyh-kompleksov (дата обращения: 15.09.23).

5. Фисуненко О.П., Жадан В.И. Природа Луганской области. Луганск, 1994. 234 с.

6. Заповедная природа Донбасса / Сост. Дидова А.З. Донецк: Донбас, 1987. 168 с.

7. Слюсарев А.А. Природа Донбасса. Донецк: Донбас, 1988. 175 с.

8. Рекреационные ресурсы Луганщины: пособие по географии родного края / Сост. И.Ю. Пархомец; под общ. ред. Т.П. Чебаненко. Луганск: Пресс-экспресс, 2018. 128 с.

9. Перечень ООПТ, расположенных на территории Луганской Народной Республики // Министерство природных ресурсов и экологии Луганской Народной Республики. https://docs.google.com/viewer?url=https%3A%2F%2Fmpr.lpr-reg.ru%2Fengine%2Fdownload.php%3Fid%3D74%26area%3Dstatic%26viewonline%3D1 (дата обращения: 31.01.2024).

УДК 338.2:351.777
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-474-478

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL ENTREPRENEURSHIP IN THE ORENBURG REGION

Захарова А.Э., Ползикова Е.В.
Zakharova A. E., Polzikova E.V.

Оренбургский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный юридический университет имени О.Е. Кутафина» (МГЮА), Оренбург, Россия
Orenburg Institute (branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "O.E. Kutafin Moscow State Law University" (MGUA), Orenburg, Russia

E-mail: orenburg@msal.ru

Аннотация: в статье анализируется и дается оценка понятию «экологическое предпринимательство», выделяются характерные черты, отмечается проблема отсутствия единой трактовки данного термина. Детально изучается уровень развития концепции экологического предпринимательства в Оренбургской области, дается характеристика отдельных ее направлений, а именно производство органической растительной продукции в регионе: особенности ее пользы для экологии в целом и отдельного покупателя экологической продукции, делается акцент на необходимость ее внедрения повсеместно. Особое внимание уделяется правовым требованиям: формирование государственного реестра производителей органической продукции, приводится список национальных стандартов, которым должна соответствовать продукция. Эти стандарты являются основой для производства, идентификации и сертификации органической продукции. Обращается также внимание на специальное изображение, которым обозначается данная продукция. В рамках материального стимулирования экологического бизнеса отмечается проведение в 2021 г. конкурса «Инновационный бизнес-навигатор» в Оренбургской области. Акцентируется внимание на недостаточный объем стимулирующих мер и необходимости их дальнейшего развития.
Ключевые слова: экологическое предпринимательство, органическая продукция, бизнес.

Abstract: the report analyzes and evaluates the concept of environmental entrepreneurship, highlights the characteristic features, and notes the problem of the lack of a unified interpretation of this term. The level of development of the concept of ecological entrepreneurship in the Orenburg region is studied in detail, the characteristics of its individual directions are given, namely the production of organic plant products in the region: the features of its benefits for the environment as a whole and an individual buyer of ecological products, emphasis is placed on the need for its introduction everywhere. Particular attention is paid to legal requirements: the formation of the state register of organic producers, a list of national standards that products must comply with. These standards are the basis for the production, identification and certification of organic products. Attention is also drawn to the special image that indicates this product. As part of the financial incentives for environmental business, the holding of the competition "Innovative Business Navigator" in the Orenburg region in 2021 is noted. Attention is focused on the insufficient volume of incentive measures and the need for their further development.
Key words: environmental entrepreneurship, organic products, business.

Разработка экологически ориентированных предприятий является перспективным способом улучшения экологической ситуации, решения проблем с использованием природных ресурсов и повышения благосостояния населения. В России экологическое предпринимательство начало формироваться в конце 1990-х годов и набрало особенную активность в последние годы. Развитие экологического предпринимательства имеет важное значение для решения экологических проблем, сохранения природных ресурсов и достижения устойчивого развития. Оно направлено на разработку инновационных и устойчивых решений для проблем, связанных с загрязнением окружающей среды, климатическими изменениями, утратой биоразнообразия и истощением природных ресурсов. Предприниматели в этой сфере создают новые технологии, продукты и услуги, которые способствуют сохранению окружающей среды и устойчивому развитию.

Экологическое предпринимательство совмещает экономические и социальные цели с учетом сохранения и восстановления окружающей среды. Это способствует созданию «зеленых»

рабочих мест, сокращению выбросов вредных веществ, эффективному использованию энергии и ресурсов, что способствует устойчивому развитию на местном и глобальном уровнях. Экологические предприниматели стимулируют инновации и развитие новых технологий в области возобновляемых источников энергии, энергоэффективности, утилизации отходов, водопользования и других сферах экологического интереса. Это помогает снизить негативное воздействие на окружающую среду и создает возможности для более устойчивого будущего. Также предприниматели, занимающиеся экологическим бизнесом, часто обнаруживают возможности для создания инновационных продуктов и услуг, которые отвечают на природные и социальные потребности.

В настоящий момент отсутствует единое определение термина «экологическое предпринимательство» в научной и нормативно-правовой литературе. Большинство ученых и предпринимателей подразумевают под этим видом предпринимательской деятельности производство, работы и услуги, направленные на сохранение окружающей среды [1, 6].

Так, Злобин С.В. в своем исследовании дает следующее определение: «Экологическая предпринимательская деятельность – это общественно значимая, самостоятельная, инициативная деятельность лиц, связанная с осознанным принятием на себя потенциального риска наступления невыгодных последствий в сфере производства продукции природоохранного назначения, заключающаяся в проведении научно-исследовательской, кредитно-финансовой деятельности, выполнении экологически значимых работ и оказании услуг, направленных на получение прибыли (дохода)» [10].

Митрофанова М.М. выделяет следующие черты экологического предпринимательства:

– целевая установка – достижение гармонии взаимоотношений между человеком и природой, а также охрана окружающей среды;

– основная деятельность – производство продукции, выполнение работ и предоставление услуг специального природоохранного назначения;

– функционирование рынка экологической продукции, работ, услуг;

– функционирование субъектов предпринимательской деятельности любой организационно-правовой формы собственности и ведения хозяйства;

– связь деятельности с рациональным использованием, сохранением, возобновлением и охраной природных ресурсов, экологической безопасностью;

– критерий деятельности – безотходность производственных процессов;

– основное направление развития – экологическое качество продукции, работ, услуг;

– развитая научная составляющая экологической деятельности (использование результатов современных научных достижений, методик, инструментария, технологий и т.п.);

– применение экологического менеджмента с учётом специфики и потребностей экологического производства – экологическое образование и культура кадров;

– деятельность в рамках действующего законодательства, в том числе экологического [2, 7].

Экологическое предпринимательство является одним из приоритетных направлений развития бизнеса, как в России, так и в мире. В связи с этим, Оренбургский регион также заинтересован в производстве экологически чистых продуктов и оказании подобных услуг. Это важно, ведь экологическая обстановка в Оренбургской области отражает характеристики регионов с развитым промышленным потенциалом и неизбежно приводит к загрязнению окружающей среды. Нефтегазодобыча, металлургия и горнодобывающая промышленность вносят основной вклад в загрязнение, особенно в центральной, западной и восточной частях области. Также значительную роль играют теплоэнергетика и жилищно-коммунальное хозяйство в городах и крупных населенных пунктах. Тем не менее, благодаря усилиям по охране окружающей среды, валовые выбросы загрязняющих веществ из стационарных источников в атмосферу снизились за последнее десятилетие. Это достигнуто благодаря модернизации производственных линий, переходу общественного транспорта и коммунальной техники на газомоторное топливо, а также строительству солнечных электростанций [12].

Производство органической растительной продукции является перспективным направлением развития экологического предпринимательства. Оренбургская область обладает необходимыми ресурсами и потенциалом для развития производства органической продукции растениеводства.

По данным министерства сельского хозяйства, торговли, пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области в 2022 г. в регионе два предприятия имеют

сертификаты на выпускаемую органическую продукцию [3, 8]. Это связано с вступлением в силу Федерального закона от 03.08.2018 г. № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [4, 1]. Данный закон регулирует отношения, связанные с производством, хранением, транспортировкой, маркировкой и реализацией органической продукции. Согласно ст. 2: «органическая продукция – экологически чистые сельскохозяйственная продукция, сырье и продовольствие, производство которых соответствует требованиям, установленным настоящим Федеральным законом».

Органические продукты должны быть выращены без использования пестицидов, а технологии производства этих продуктов не должны причинять вред окружающей среде и здоровью людей, растений и животных. Органические продукты не содержат искусственных заменителей и способствуют улучшению состояния окружающей среды.

Доступность данной продукции на рынке с гарантированным отсутствием вредных веществ, таких как пестициды, антибиотики и агрохимикаты, позволяет потребителю составлять свой рацион в соответствии с принципами здорового образа жизни.

В настоящее время в Оренбургской области зарегистрировано два производителя органической продукции. Один из них – ИП ГКФХ Лунин А.М. из Андреевки Саракташского района [5, 9], специализируется на сертифицированных продуктах, таких как морковь, томаты, столовая свекла, тыква, сок томатный, свекла сушеная, томат сушеный и сено. Другая компания – ООО «Северная нива органик» из деревни Жмакино Северного района, занимается выращиванием однолетних трав, сенаже и зеленой массе.

Переход к органическому земледелию и сертификация органической продукции - это процесс, который требует много времени и усилий. Для производителей это означает, что они получают право маркировать свою продукцию специальными надписями и знаками, соответствующими установленному образцу. Это открывает новые возможности продавать продукцию по более высокой цене, получать доступ к новым рынкам и государственную поддержку.

В настоящее время в России формируется государственный реестр производителей органической продукции, который размещен на сайте Минсельхоза РФ. 58 производителей органических продуктов в России уже сертифицированы по международной системе.

В России введены в действие следующие национальные стандарты:

– ГОСТ Р 56104-2014 «Продукты пищевые органические. Термины и определения» [6, 3];

– ГОСТ Р 57022-2016 «Продукция органического производства. Порядок проведения добровольной сертификации органического производства» [7, 4];

– Межгосударственный стандарт, принятый Евразийским советом по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС) [8, 2];

– ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации» [9, 5]. NEQ CAC/GL32-1999» (указаны разрешенные для производства органической продукции кормовые добавки, удобрения и другие вещества).

Эти стандарты являются основой для производства, идентификации и сертификации органической продукции. Кроме того, органическая продукция отмечается специальным графическим изображением: зеленым листком на белом фоне. Данное изображение является гарантией для потребителей *(рисунок 1)*.



Рисунок 1. Образец маркировки органической продукции.

В рамках поддержки экологического предпринимательства в Оренбургской области проводится ряд стимулирующих мер. Например, в 2021 году ООО «Бизнес школа РСПП» организовала конкурс «Инновационный бизнес-навигатор», реализованный «Центром регионального развития и бизнес-технологий Российского союза промышленников и предпринимателей». Этот конкурс представлял собой бесплатную акселерационную программу для малых и средних предприятий России. Победители получили денежные гранты на развитие своих бизнесов.

Цель проведения этого мероприятия – стимулирование экологического предпринимательства, а также развитие проектов и программ, направленных на решение экологических проблем в регионах Российской Федерации и содействие реализации национального проекта «Экология».

Участие в конкурсе принимали стартапы, действующие предприниматели и некоммерческие организации Оренбургской области, работающие в следующих направлениях:

– экологическое образование и просвещение;
– ответственное производство и потребление;
– охрана и защита окружающей среды;
– сохранение биологического разнообразия и развитие экологического туризма;
– сохранение и восстановление водных объектов;
– новые технологии в сфере экологии и защиты окружающей среды.

Экологическое предпринимательство представляет собой сферу бизнеса, в которой преследуются не только экономические цели, но и цели, направленные на устойчивое использование ресурсов, защиту окружающей среды и решение экологических проблем. Однако, несмотря на приоритетность экологического направления развития в предпринимательстве и стремлении, в том числе на уровне субъекта Российской Федерации, поддержать бизнес в этой сфере, принятых мер пока недостаточно для повсеместного внедрения и использования эко-продуктов и услуг. Как отмечает Чибилев А.А., одними из основных задач региональной экологической политики в Оренбургской области сегодня должны стать предотвращение деэкологизации уже существующих производств и проведение тщательной экспертизы новых проектов [11].

Необходимо и далее стимулировать экологическое предпринимательство на всех уровнях путем предоставления субсидий, возможности льготного кредитования для данного бизнеса и др. Требуется также повысить уровень доступности информации об экологическом предпринимательстве, его пользе и гарантиях качества предоставляемых товаров и услуг. Создание информационных кампаний и программ образования, направленных на повышение осведомленности о важности экологического предпринимательства и его потенциале, является необходимым шагом для развития экологического предпринимательства. Примером может служить семинар «Органическая продукция и продукция с улучшенными характеристиками» для руководителей предприятий в сфере сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности, который провел ФБУ «Оренбургский ЦСМ» в сентябре 2023 года в Оренбурге в рамках агропромышленной выставки «Меновой двор». Участие приняли Фонд «Органика» и Федеральный научный центр биологической защиты растений. Участники обсудили основные подходы в органическом производстве, вопросы стандартизации и сертификации, применение биологической зашиты растений, проблемы популяризации и доступности органической продукции. Фонд «Органика» организует региональный конкурс на знание темы органической продукции. В 2022-2023 учебном году проект был реализован в школах Республики Мордовия, Приморского края, Воронежской и Новосибирской областях. В текущем учебном году конкурс проходит в Якутии, ХМАО – Югре, Краснодарском крае, Московской, Белгородской, Ростовской и Самарской областях [13].

Также одной из основных проблем является отсутствие доступной финансовой поддержки для экологических предпринимателей. Большинство инвесторов склонны считать экологические проекты более рисковыми и менее прибыльными, что создает сложности в организации и развитии таких предприятий. В этом случае мы полагаем, что объединение государства, частного сектора и инвесторов для создания специальных фондов и программ финансовой поддержки экологического предпринимательства позволит снизить финансовые риски для предпринимателей и обеспечить необходимый капитал для их проектов.

Список литературы

1. Федеральный закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 03.08.2018 г. № 280-ФЗ // СЗ РФ. 2018. № 27. Ч. II. Ст. 5351.

2. Межгосударственный стандарт, принятый Евразийским советом по стандартизации, метрологии и сертификации // СПС Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс] – режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200030741 (дата обращения 30.10.2023 г.).

3. ГОСТ Р 56104-2014 «Продукты пищевые органические. Термины и определения» // СПС Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс] – режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200113488 (дата обращения 30.10.2023 г.).

4. ГОСТ Р 57022-2016 «Продукция органического производства. Порядок проведения добровольной сертификации органического производства» // СПС Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс] – режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200138287 (дата обращения 30.10.2023 г.).

5. ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации» // СПС Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс] – режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200141713 (дата обращения 30.10.2023 г.).

6. Блам И.Ю. Причины возникновения, развития и особенности функционирования экологического сектора промышленности // Вопросы статистики. 2008. № 3. С. 24-27.

7. Митрофанова М.М. Правовые основы экологического предпринимательства в России // Environmental law: theory, practice, issues. 2013. № 2. С. 109-122.

8. MCX.GOV.RU. В Оренбуржье появилось первое предприятие, получившее сертификат органического производства [Электронный ресурс] – режим доступа: https://mcx.gov.ru/press-service/regions/v-orenburzhe-poyavilos-pervoe-predpriyatie-poluchivshee-sertifikat-organicheskogo-proizvodstva/ (дата обращения 30.10.2023 г.).

9. MCX.ORB.RU. В Оренбургской области уже два предприятия получили сертификаты на выпускаемую органическую продукцию [Электронный ресурс] – режим доступа: https://mcx.orb.ru/presscenter/news/22227/ (дата обращения 30.10.2023 г.).

10. Злобин Сергей Владимирович. Правовое регулирование экологического предпринимательства в Российской Федерации: диссертация ... кандидата юридических наук: 12.00.03 / Злобин Сергей Владимирович; [Место защиты: Волгогр. гос. ун-т]. Волгоград, 2011.199 с.

11. Чибилёв А.А. (мл.) Приоритеты экологической политики в решении проблем устойчивого развития Оренбургской области // Фундаментальные исследования. 2017. № 10-3. С. 628-632. URL: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41887 (дата обращения: 06.11.2023).

12. «Зелёная» стратегия региона. Как поддерживают экологию в области? URL: https://oren.aif.ru/society/event/zelyonaya_strategiya_regiona_kak_podderzhivayut_ekologiyu_v_oblasti (дата обращения: 06.11.2023).

13. Оренбуржье встает на путь органического земледелия URL: https://organicfund.ru/new/orenburzhe-vstaet-na-put-organicheskogo-zemledeliya/ (дата обращения: 06.11.2023).

УДК 574.474
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-479-485

ВЛИЯНИЕ ПОТЕПЛЕНИЯ НА ЭКСКЛАВ СТЕПИ В ЮЖНОМ ПОДМОСКОВЬЕ

IMPACT OF WARMING ON THE EXCLAVE OF THE STEPPE IN THE SOUTH MOSCOW REGION

Зеленская Н.Н.
Zelenskaya N.N.

Институт фундаментальных проблем биологии Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН, Пущино, Россия
Institute of Basic Biological Problems of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia

E-mail: zelen_1@rambler.ru

Аннотация. Значительные климатические изменения, наблюдаемые в последние десятилетия, возродили интерес к проблеме миграции видов, к истории и возможному изменению границ растительности в целом. Глобальное потепление в настоящее время привело к неравномерному выпадению осадков – увеличению атмосферных выпадений в одних регионах и все более выраженной засухе в других. Регион Южного Подмосковья находится под влиянием увеличивающихся периодов засухи, которая прерывается значительными, но редкими осадками. В таких условиях фрагмент степной растительности, обитающий изолированно в зоне хвойно-широколиственных лесов, может служить природной моделью выявления механизма изменений в экосистеме под воздействием нового климатического тренда. За 25 лет стационарных наблюдений выявлена направленность изменений в экосистеме: увеличение осадков весной и уменьшение выпадений в осенний период; сближение растительных ассоциаций по видовому составу и функциональным параметрам; ксерофитизация сообщества в целом и в ранее мезофитной ассоциации; увеличение общей продуктивности и доли дерновинных злаков в продукции и проективном покрытии травостоя.

Ключевые слова: изменение климата, эксклав луговой степи, ксерофитизация сообществ, параметры экосистемы, проективное покрытие видов.

Abstract. Significant climate changes observed in recent decades have renewed interest in the problem of species migration, the history and possible changes in the boundaries of vegetation in general. Global warming has now led to uneven rainfall – increased precipitation in some regions and increasingly severe drought in others. The Southern Moscow region is affected by increasing periods of drought, which are interrupted by significant but infrequent rainfall. Under such conditions, a fragment of steppe vegetation living isolated in the zone of coniferous-deciduous forests can serve as a natural model for identifying the mechanism of change in an ecosystem under the influence of a new climate trend. Over 25 years of stationary observations, the direction of changes in the ecosystem has been revealed: an increase in precipitation in the spring and a decrease in fallout in the autumn; convergence of plant associations by species composition and functional parameters; xerophytization of the community as a whole and in a previously mesophytic association; increase in overall productivity and the share of turf grasses in the production and projective cover of the grass stand.

Key words: climate change, meadow steppe exclave, xerophytization of communities, parameters of ecosystem, projective cover of species.

Начало XXI века характеризуется глобальным изменением климата. Климатическое потепление последних десятилетий признано бесспорным фактом и может привести к изменению границ природных зон [1, 2]. По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО, 2020), период 2015-2020 гг. был самым теплым шестилетием, а 2011-2020 гг. – самым теплым десятилетием за всю историю наблюдений. Средняя глобальная температура приземного воздуха составила примерно 14,9°С, что на 1,2°С выше, чем в доиндустриальную эпоху [3]. На территории Европейской России эффект потепления выражен наиболее отчетливо. В Южном Подмосковье положительный тренд среднегодовой температуры воздуха уже в начале 2000 гг. достиг 2˚С [4]. Несмотря на заметные колебания по годам, в РФ прослеживается устойчивый рост среднегодовой температуры воздуха по десятилетиям – около 0,5 градуса за каждые 10 лет [1]. Главная опасность, которую отмечают климатологи, состоит в том, что климат становится все более нестабильным [2]. Проведенный Приокско-Террасным биосферным заповедником (ПТБЗ) анализ климатических данных Станции фонового мониторинга (СФМ) заповедника и календаря природных явлений на его территории позволил зафиксировать в регионе Южного Подмосковья тренд аридизации в течение первых 20 лет XXI века [5]. На обоих берегах р. Оки

вблизи заповедника этот климатический тренд проявляется все более увеличивающимися периодами засух, которые прерываются редкими и кратковременными, хоть и обильными ливнями. Отметим, что засуха, обычная здесь для периода фенологической весны, теперь сдвинулась на лето и осень. Например, период 2015-2022 гг. отмечен продолжительными периодами засух конца лета и первой половины осени (обычно – в сентябре), когда атмосферные выпадения составили от 25% до 79% от месячной нормы. В 2023 году в окрестностях Пущино (напротив ПТБЗ, на противоположном берегу р. Оки) наблюдалась многомесячная весенне-летняя засуха и всего три летних ливня – мощных, но кратковременных и выпавших во второй половине лета. В то время как в 100 км севернее ПТБЗ этот же период отмечен частыми обильными осадками, наблюдавшимися и летом, и осенью. Такие масштабные климатические изменения не могут не сказаться на растительном покрове Южного Подмосковья. Уже фиксируются заметные изменения, как у отдельных видов растений, так и в растительных сообществах. Так в посадках конского каштана площадь поражения минирующей молью уже достигла границ Подмосковья; в естественных лесных древостоях региона выпадают крупные участки ели, пораженные жуком типографом (в 2011 г. по этой причине выпали участки ели в нескольких кварталах ПТБЗ). В 2023 году, когда наблюдался резкий перепад между сухим и влажным, жаркими и холодными сезонами, отмечено такое явление как выпадение довольно молодых деревьев березы и клена в результате растрескивания стволов *(рисунок 1)*. С потеплением можно связать и разрастание синантропных видов (таких как *Robinia pseudoacacia* L., *Acer negundo* L., *Solidago canadensis* L. и т.п.). Более южные виды, характерные для естественных сообществ лесостепи, как например, *Scilla siberica* Haw, проникают в естественные фитоценозы и старые парки Москвы и Подмосковья *(рисунок 2)*.

Особенность естественной растительности Южного Подмосковья состоит в том, что здесь, на границе широколиственных и хвойно-широколиственных лесов лесной зоны, расположен изолированный фрагмент луговой степи. Степь как природная зона характеризуется преобладанием травяных сообществ (с доминированием дерновинных злаков) и обособлению которой способствует сухой и теплый климат с длительными повторяющимися засухами [6, 7]. Основной ареал северных степей («луговые степи и остепненные луга») сдвинут на 400-500 км южнее исследуемого участка – на широту Курска и Воронежа [6, 8]. Фрагмент луговой степи в ПТБЗ удален от зональных луговых степей в северо-западном направлении. Расположенный в центральной части Восточно-Европейской равнины, он как бы «перешагнул» зону лесостепи и подзону широколиственных лесов лесной зоны.



Рисунок 1. Слом молодого ствола березы при резком перепаде влажности (фото автора, 2023 г.).



Рисунок 2. Внедрение *Scilla siberica* в естественные ценозы (окрестности г. Пущино, фото автора, 2022 г.).

В современных климатических условиях изолированные степные сообщества ПТБЗ могут служить природной моделью изучения влияния климатических факторов на изменения состава, структуры и функционирования степной экосистемы, а также на возможную эволюцию растительности Центральной России.

Объект и методы. По структурной организации степные сообщества ПТБЗ схожи с эталонными луговыми степями Центрально-Черноземного заповедника (ЦЧЗ), однако локализуются не на плакоре, а на южных прогреваемых склонах песчаных террас левого берега р. Оки – в урочище Долы [8, 9]. Но в обоих случаях в травяном покрове наблюдается преобладание дерновинных злаков, при заметном участии бобовых и разнотравья. Доминантами исследуемой степной экосистемы являются *Stipa pennata* L. и *Festuca valesiaca* Gaudin.; местами доминирует рыхлокустовой злак *Phleum phleoides* (L.) Karst. Доля бобовых (*Trifolium montanum* L., *Trifolium alpestre* L. и др.) возрастает во влажные (так называемые «клеверные») годы. В составе разнотравья заметно участие *Filipendula vulgaris* Moench, *Galium verum* L., *Fragaria viridis* (Duch.) Weston, *Centaurea scabiosa* L. и др. Отличительной особенностью степных сообществ ПТБЗ является наличие в их флоре небольшого количества южно-сибирских и горностепных европейских видов, что подтверждает наличие эволюционных трендов растительности на этой территории.

Различные наблюдения ведутся на степных участках ПТБЗ более 45 лет; на протяжении 25 последних лет (1998-2022 гг.) проведены автором на стационарах. Постоянный мониторинг затрагивает три степные ассоциации – с доминированием к началу исследований одного из перечисленных злаков: ассоциация *Festuca valesiaca* – разнотравье (в пределах стационара «Типчак»); ассоциация *Stipa pennata* – разнотравье (стационар «Ковыль»), ассоциация *Phleum phleoides* – разнотравье (стационар «Тимофеевка») [9]. Стационары (они же постоянные пробные площади – ППП) имеют размер 10×10 м и располагаются вдоль градиента увлажнения (что подтверждено прямыми измерениями влажности и температуры в почвенных профилях каждой из ассоциаций) [10]. В более ксероморфных условиях находятся ассоциации с доминированием *Stipa pennata* и *Festuca valesiaca*, в относительно мезоморфных условиях – с доминированием *Phleum phleoides*. Наблюдаемая ковыльная ассоциация занимает небольшое возвышение южной экспозиции; типчаковая – относительно выровненную поверхность с небольшим юго-западным уклоном. Температурные и влажностные условия на этих стационарах отличаются незначительно, а в летний период практически нивелируются. Сообщество с доминированием тимофеевки степной занимает более влагообеспеченный участок – на границе с Луковым долом (вблизи проходит русло местного водотока, который теряется, не достигая степного урочища; но в период весенних паводков может заходить на данный стационар). Температурный фон верхних горизонтов почвы (10 и 20 см) стационара «Тимофеевка» демонстрирует отставание от первых двух площадок на 2-3°С; но со второй половины лета и с глубиной отмечено выравнивание температур на всех трех стационарах. Влажностный режим почвы стационаров существенно отличался ранней весной. На стационаре «Тимофеевка» влажность верхнего 10-см слоя почвы во «влажные» годы была в 1,5-1,8 раза выше, чем на ковыльном или на типчаковом стационаре, а 20-см слоя – выше на 25-30% (тогда как между самими ксерофитными стационарами отличия составили не более 5%). В нижних горизонтах песчаных почв (от 30 до 100 см) гидротермические различия стационаров нивелируются.

Геоботанические описания на стационарах и отбор проб проводились в период максимального развития травостоя. Учитывались динамика общего проективного покрытия (ОПП) травостоя и проективного покрытия (ПП) каждого вида на стационаре. Оценка ПП проводилась по двум методикам: а) на постоянных «метровках» (постоянных учетных площадках 1×1 м) – методом Раменского (точность метода оценивается в 0,1%); б) на 100-метровых ППП (стационарах 10×10 м) – методом Браун-Бланке (точность метода оценивается в 5,0%) [11, 12]. На каждом из стационаров заложено по пять постоянных «метровок» – таким образом, повторность определения проективного покрытия в каждой из ассоциаций пятикратная. Период оценки изменения проективного покрытия видов на стационарах включает временной отрезок в 25 лет, совпавших с глобальным трендом потепления (1998-2022 гг.). Он практически совпадает с двумя малыми циклами солнечной активности: «теплым» (1998-2008 гг.) и «холодным» (2009-2020 гг.), они же – под-циклы 22-летнего солнечного цикла. Исследования продлены до 2022 г., поскольку был перерыв в несколько лет. Таким образом, сравнили изменение ПП за два десятилетия периода потепления, практически соответствующих «теплому» и «холодному» под-циклам 22-летнего цикла солнечной активности.

В наших более ранних исследованиях оценивалось влияние потепления на динамику продуктивности степной экосистемы ПТБЗ. Показатель продуктивности оценивался как среднее арифметическое величины надземной продукции трех указанных стационаров и определялся согласно принятой методике [9, 11]. Результаты показали, что в период потепления произошло увеличение продуктивности северного экскласа луговой степи ПТБЗ не менее чем на 30-40% и сближение показателя ее продуктивности с зональной нормой в ЦЧЗ до потепления. Отмечено также увеличение доли злаков в общей надземной продукции степного сообщества по сравнению с другими эколого-ценотическими группами [13, 14].

Известно, что степные сообщества характеризуются преобладанием в травостое многолетних жизненных форм. Полный онтогенетический цикл многолетних трав превышает 25-30 лет, а у дерновинных злаков доходит до 70 лет [15]. За длительный период наблюдений отмечено, что в степном урочище ПТБЗ растения одного и того же вида могут изменять свой габитус от почти карликовых в 10-15 см до высоких в 60-80 см (в отдельные годы злаки превышают в высоту в 100-120 см), что может существенно отражаться на общей надземной продукции сообщества. В этой связи, общее проективное покрытие (ОПП) травостоя и проективное покрытие (ПП) отдельных видов представляется нам более консервативным признаком состояния экосистемы.

Результаты и их обсуждение. До выраженного потепления в степном урочище Долы зафиксировано 172 вида сосудистых растений [16]. За 25 лет наших наблюдений, совпавших с периодом потепления, список пополнили еще около 20 видов. Таким образом, общий список видов сосудистых растений, отмеченных на территории степного урочища, насчитывает в настоящее время чуть более 190 видов; из них на стационарах – 155 видов. Большинство вновь зафиксированных видов – это однолетники на обнажениях песчаного субстрата. Но в ПТБЗ найдены и новые для заповедного ядра южные виды [17]. Отметим, что отдельные степные виды фиксируется с большими промежутками по времени – как на стационарах, так и во флоре ПТБЗ в целом [17, 18]. Видовая насыщенность степной экосистемы ПТБЗ составляет до 78 видов на 100 м^2 и 37 видов на 1 м^2 (max). В засушливые сезоны насчитывается в среднем 40-50 видов на 100 м^2, а в благоприятные для роста растений сезоны – 70-72 вида на 100 м^2. В последнее десятилетие отмечено сближение стационаров по видовому и количественному составу.

Детальные измерения проективного покрытия, проведенные на учетных «метровках» методом Раменского, показали, что среднее ПП всех злаков в период 1998-2008 гг. колебалось от 10,6% до 29,9% (среднее значение по данным трех стационаров составило 16,8%); в период 2009-2022 гг. среднее ПП злаков колебалось от 15,3% до 37,5% (среднее значение составило 22,25%). Таким образом, в изолированной лугово-степной экосистеме ПТБЗ в период, совпавший с потеплением климата, детальный учет показал увеличение проективного покрытия злаков на 32,0%.

Среднее по трем стационарам ПП всех видов семейства бобовых изменилось с 9,6% (1998-2008 гг.) до 8,9% (2009-2022 гг.). Т.е. за 10-11 лет произошло некоторое уменьшение покрытия площади видами семейства бобовых (метод Раменского). Все цифры приведены для учета ПП видов в реальных для каждого сезона значениях ОПП травостоя (от ОПП = 43,9% до ОПП = 98,2%). Поправочный коэффициент пересчета на полную площадь метровки равен 1,3.

Наиболее значительное увеличение ПП злаков отмечено на стационаре «Тимофеевка» *(рисунок 3)*. В период 1998-2008 гг. среднее ПП злаков составляло здесь 17,2%, среднее ПП бобовых – 6,4%; в период 2009-2022 гг. – 28,0% и 6,8% соответственно (метод Раменского). Таким образом, в течение последних 10-11лет, совпавших с усилением тренда потепления, на данном стационаре произошло существенное увеличение проективного покрытия злаков (на 60,0%), и практически не изменилась площадь, занимаемая бобовыми. При этом ПП всех бобовых здесь существенно (на 23-25%) уступает средним показателям по сообществу в целом.

Плотнодерновинные злаки (ковыль и типчак) являются доминантами степных сообществ и составляют основную долю злаков в ОПП травостоя степных стационаров. Их среднее суммарное проективное покрытие в экосистеме (по данным трех стационаров) изменилось в течение двух десятилетий с 12,5% до 18,5%, показав увеличение покрытия площади на учетных метровках практически вполовину (48,0%; метод Раменского). Измеренное этим же методом ПП только ковыля (среднее по сумме трех стационаров) изменилось с 8,1% до 10,9%, т.е. на треть. Использование метода Браун-Бланке дает результат еще большего увеличения ПП дерновинных злаков: на 100-метровых площадках среднее значение ПП двух дерновинных доминантов в течение последних 10-11 лет увеличилось в два раза. Ощутимая разница в результатах,

полученных двумя методами, объясняется тем, что учетные «метровки» заложены в различных фрагментах ассоциаций, на некоторых из них вид не фиксировался ранее; а на 100-метровых площадках вероятность фиксации новых всходов многократно выше.

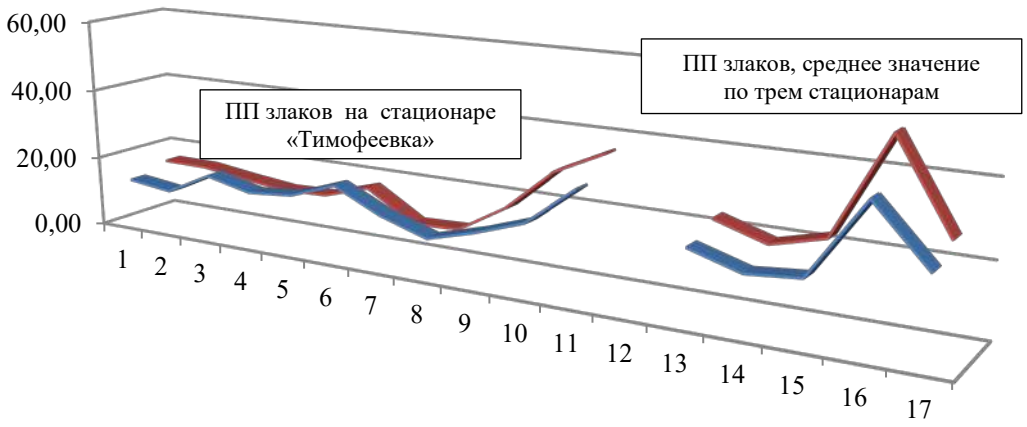


Рисунок 3. Динамика проективного покрытия злаков на стационаре «Тимофеевка» в сравнении со средними значениями трех стационаров (метод Раменского).

По оси абсцисс – годы наблюдений (1998-2008 и 2009-2022), по оси ординат – проективное покрытие злаков, %.

Стационар «Тимофеевка» в период 1998-2008 гг. проявлял более мезофитный состав сообщества (наряду с доминированием рыхлокустового злака *Phleum phleoides,* отмечалось присутствие *Poa pratensis* L., *Alopecurus pratensis* L. и более влаголюбивых видов разнотравья). В период 2009-2022 гг. среднее ПП дерновинных злаков здесь существенно опережает средний прирост по трем стационарам (с 11,6% до 25,7%, т.е. более чем в два раза; метод Раменского). При этом, проективное покрытие только ковыля на «метровках» данного стационара в течение последних 10-11 лет увеличилось с 2,9% до 9,0% (т.е. в три раза), тогда как ПП рыхлокустовой тимофеевки уменьшилось на 30,0% *(рисунок 4)*.

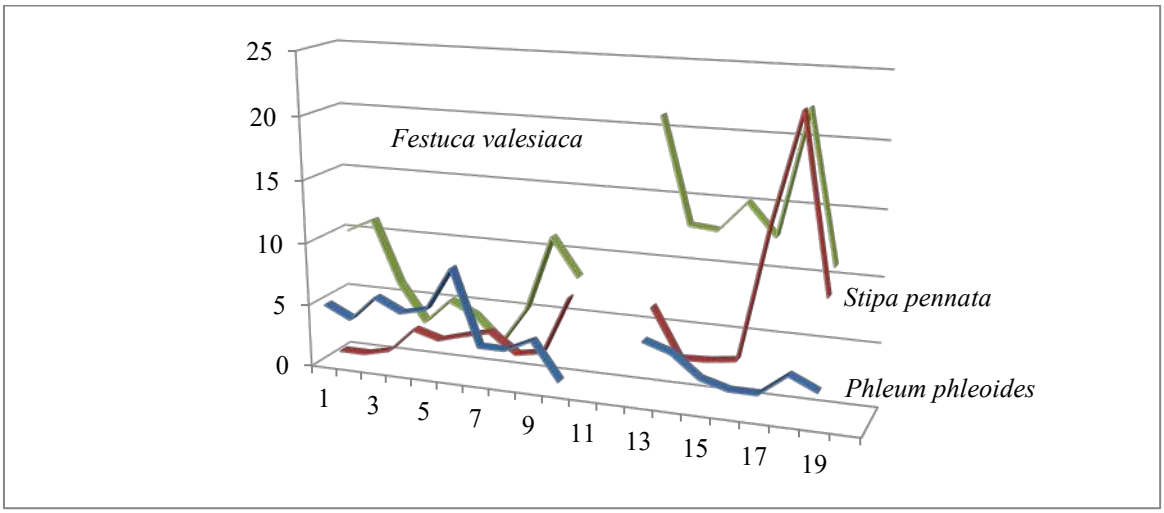


Рисунок 4. Динамика проективного покрытия доминантных злаков на стационаре «Тимофеевка» за два последних десятилетия (метод Раменского)

По оси абсцисс – годы наблюдений (1998-2008 и 2009-2022), по оси ординат – проективное покрытие видов, %.

Как следует из графика *(рисунок 4)*, на стационаре «Тимофеевка» в течение последних 10-11 лет наблюдается отчетливая тенденция перехода от доминирования рыхлокустового злака *Phleum phleoides* к доминированию двух дерновинных злаков – *Festuca valesiaca* и *Stipa pennata*. Если в период 1998-2008 гг. среднее ПП типчака составляло здесь 8,7%, то в период 2009-2022

гг. – уже 28,0% (метод Раменского); в отдельные годы по стационару в целом достигает теперь 60,0-80,0% (метод Браун-Бланке). ПП ковыля на стационаре «Тимофеевка» долгое время было незначительным – всего 2-3%. Всплеск разрастания ковыля наблюдается именно в последние несколько лет (>15,0% – по Раменскому и 50,0% – по Браун-Бланке). Отметим, что типчак считается эвриксерофитом, а ковыль перистый – мезоксерофитом [6]. Закрепится как доминирующий один или два дерновинных злака на данном стационаре – покажут дальнейшие исследования.

Анализируя многолетние наблюдения, можно отметить, что разрастание дерновинных злаков на ранее мезофитном стационаре, где раньше доминировала рыхлокустовая тимофеевка, произошло очень быстро. Новые дерновины ковыля отмечены также за пределами стационара – в Луковом доле и на опушке леса, где ковыль произрастал раньше, но на какое-то время исчез. Интересно то, что разрастание дерновинных злаков носит не линейный, а скорее «взрывной» характер. Оно отмечено в годы после жаркого сухого и продолжительного лета, способствующего полноценному созреванию семян, и ранней весны, способствующей их прорастанию. Поэтому можно прогнозировать, что в случае сохранения аридного тренда, ковыль и типчак будут быстро распространяться.

Заключение и выводы. В Южном Подмосковье глобальный климатический тренд первых двух десятилетий XXI века проявляется как более аридный, чем период относительной климатической нормы (70-80 гг. XX века). Условия обитания северо-западного эксклава степной экосистемы приблизились к условиям зоны лесостепи. Это отразилась на его основных функциональных характеристиках.

Результаты исследований показывают, что северо-западный эксклав степи в ПТБЗ в период теплого климатического тренда (1998-2022) стал проявлять функциональные параметры, свойственные зональной луговой степи. Вслед за увеличением продуктивности экосистемы до зональной нормы (1998-2008 гг.), фиксируется увеличение проективного покрытия плотнодерновинных злаков в общем проективном покрытии травостоя лугово-степных ассоциаций при наблюдающемся усилении теплого климатического тренда (2009-2022 гг.).

Процесс ксерофитизации наиболее отчетливо проявляется на ранее мезофитном стационаре «Тимофеевка». Если средняя по трем стационарам доля дерновинных злаков в проективном покрытии в период потепления увеличилась на 50% (что сопоставимо с общим увеличением продуктивности степного эксклава), то на мезофитном стационаре – более чем в два раза (метод Раменского). Одновременное уменьшение проективного покрытия рыхлокустового злака (*Phleum phleoides*) и видов семейства бобовых может свидетельствовать о продолжающемся процессе ксерофитизации этого сообщества.

Направленность изменений северо-западного эксклава луговой степи выражена довольно отчетливо. Говорить о необратимости процессов в исследуемой экосистеме пока преждевременно, однако наблюдаемый термо-аридный климатический тренд может вызвать расширение площади луговых и степных сообществ в приокских районах Южного Подмосковья и даже – частичную замену жизненной формы растений – выпадение части древостоев и разрастание травянистых форм. Такие явления не являются губительными для природы данного региона, ведь лесостепь – это высокопродуктивная и удобная для ведения сельского хозяйства экосистема, характерная для более южных регионов.

Представленные результаты исследований являются косвенным подтверждением того, что ранее лесостепь могла доходить до границ Московской области.

Список литературы

1. Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Т. 1. Изменения климата. М.: Росгидромет, 2014. 61 с.

2. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб.: Наукоемкие технологии. 2022. 124 с.

3. WMO Provisional Report on the State of the Global Climate 2021. URL: https://reliefweb.int/report/world/wmo-provisional-report-state-global-climate-2021 (дата обращения: 21.11.2023).

4. Аблеева В.А., Терешонок Н.А. Метеорологическая характеристика сезонов года и динамики климата в Приокско-Террасном заповеднике // Экосистемы Приокско-Террасного биосферного заповедника: Сборник научных трудов. 2005. С. 18-34.

5. Фомин И.Г. Анализ данных многолетних рядов в целях выявления тенденций изменения метеопараметров и наблюдаемых дат наступлений сезонных фенособытий на территории ПТЗ в период с

1948 по 2020 гг. // Летопись Природы ПТБЗ (Изучение естественного хода природных процессов и явлений по программе «Летопись природы заповедника». 2020). Кн. 73. Данки, 2021. С. 139-156.

6. Лавренко Е.М. Европейские луговые степи и остепненные луга // Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. С. 220-231.

7. Высоцкий Г.Н. Степи Европейской России // Полная энциклопедия русского сельского хозяйства. Т. 9. СПб., 1905. С. 397-443.

8. Данилов В.И. О реликтовой флоре и редких степных фитоценозах в лесостепи и лесной зоне Среднерусской возвышенности // Аридные экосистемы. 1998. № 8. С. 47-57.

9. Данилов В.И. О структуре надземной фитомассы луговых степей Русской равнины // Бюл. Моск. общ-ва испыт. природы. Отд. биол. 1988. Т. 93. Вып. 6. С. 51-59.

10. Зеленская Н.Н., Волокитин М.П., Аблеева В.А. Гидротермические особенности биотопов степной и лесной растительности Приокско-Террасного заповедника // Известия РАН. Сер. геогр. 2020. № 1. С. 56-68.

11. Раменский Л.Г. Избранные работы (проблемы и методы изучения растительного покрова). Л.: Наука, 1971. 334 с.

12. Braun-Blanquet J. Planzensociologie. 3 Aufl. Wien., N.-Y., 1964. 865 p.

13. Зеленская Н.Н., Керженцев А.С., Аблеева В.А., Терешонок Н.А. Динамика продуктивности луговых степей на северо-западном пределе их ареала (бассейна Оки) // Известия РАН. Сер. геогр. 2012. № 5. С. 38-45.

14. Зеленская Н.Н. Тренд потепления в Южном Подмосковье и динамика продуктивности изолированной степной экосистемы // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2019. Т. 1. С. 182-188.

15. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / Отв. ред. А.А. Уранов, Т.И. Серебрякова. М.: Наука, 1976. 217 с.

16. Данилов В.И. Степные фитоценозы долины Оки в Московской области и их происхождение: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Москва: 1983. 18 с.

17. Зеленская Н.Н., Денисова Л.В., Алексеев Ю.Е. Новые виды и состояние популяций редких видов растений в Приокско-Террасном заповеднике // Труды Приокско-Террасного заповедника. Вып. 7. М.: Т-во научных изданий КМК, 2018. С. 86-94.

18. Сосудистые растения Приокско-Террасного биосферного заповедника: (аннотированный список видов) / Денисова Л.В., Алексеев Ю.Е., Сычева Т.А. М.: Т-во научных изданий КМК, 2018. 115 с. [Флора и фауна заповедников. Вып. 132].

УДК 574.58(282. 247.431)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-486-493

РАЗНООБРАЗИЕ ПЛАНКТОННЫХ И ДОННЫХ СООБЩЕСТВ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ РЕК АРИДНОГО РЕГИОНА ПРИЭЛЬТОНЬЯ (РОССИЯ) В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

DIVERSITY OF PLANKTONIC AND BENTHIC COMMUNITIES OF HIGHLY MINERALIZED RIVERS OF THE ARID REGION OF THE ELTON REGION (RUSSIA) UNDER EXTREME CONDITIONS OF ABIOTIC FACTORS INFLUENCE

Зинченко Т.Д.[1], Лазарева В.И.[2], Болотов С.Э.[2], Головатюк Л.В.[2]
Zinchenko T.D.[1], Lazareva V.I.[2], Bolotov S.E.[2], Golovatyuk L.V.[2]

[1]Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти, Россия

[2]Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок, Ярославская область, Россия

[1]Institute of Volga Basin Ecology RAS – branch of Samara Federal Research Center RAS, Togliatti, Russia

[2]I.D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Scienses, Borok, Yaroslavl Region, Russia

E-mail: [1]zinchenko.tdz@yandex.ru

Аннотация. Приводятся многолетние данные таксономического разнообразия планктонных и донных сообществ 7 соленых рек бассейна гипергалинного оз. Эльтон. Структурообразующими видами зоопланктона рек являются галофильный *Brachionus plicatilis* и галотолерантный *Cletocamptus retrogressus*, составляющие >96% обилия сообществ. Таксономический состав и разнообразие планктонных и донных сообществ тесно коррелируют с минерализацией воды в диапазоне от 4 до 41 г/л и выше. Классификация сообществ зоопланктона рек по видовой структуре на основе биомассы выделяет сообщество мезогалинных рек с доминированием *B. plicatilis* и сообщество полигалинных рек, в котором преобладают личинки хирономид, остракоды и веслоногие ракообразные. В донных сообществах впервые установлены 91-93 таксона, которые относятся к 5 крупным систематическим группам (Oligochaeta, Malacostraca, Branchiopoda, Insecta, Arachnida). Преобладают насекомые – 68 видов и таксонов. Галофильные виды двукрылых *Cricotopus salinophilus, Chironomus aprilinus, Ch. salinarius*, *Microchironomus deribae*, *Palpomyia schmidti* и другие характерны одновременно для сообществ зоопланктона и бентоса. Достоверное линейное снижение числа видов бентоса регистрируется при солености >14 г/л. Индекс видового разнообразия Шеннона сообществ макрозообентоса варьировал от 0,05 до 3,29 бит/экз. Высокая минерализация воды, градиент абиотических факторов определяет динамику разнообразия, численности, биомассы, продукции планктонных и донных сообществ в соленых реках. Установлена тесная взаимосвязь планктонных и донных сообществ с использованием методов многомерной статистики.

Ключевые слова: Приэльтонье, высокоминерализованные реки, планктон, бентос, биоразнообразие.

Abstract. The data on long-term changes in taxonomic diversity of planktonic and benthic communities of 7 saline rivers of the hyperhaline Lake Elton basin are presented. The halophilic *Brachionus plicatilis* and halotolerant *Cletocamptus retrogressus* are the structuring species of river zooplankton, together providing >96% of community abundance. The taxonomic composition and diversity of planktonic and benthic communities are closely correlated with water salinity, ranging from 4 to 41 g/l and above. Classification of zooplankton river communities by species structure based on biomass distinguishes the mesogaline river community dominated by *B. plicatilis* and the polygaline river community dominated by chironomid larvae, ostracods, and copepods. In bottom communities, 91-93 taxa were first established, which belong to 5 large systematic groups (Oligochaeta, Malacostraca, Branchiopoda, Insecta, Arachnida). Insects prevail - 68 species and taxa. Halophilic species of diptera *Cricotopus salinophilus*, *Chironomus aprilinus*, *Ch. salinarius*, *Microchironomus deribae*, *Palpomyia schmidti* and others are both characteristic of zooplankton and benthos communities. A reliable linear decrease in the number of benthos species is recorded at salinity > 14 g/l. The Shannon Index in macrozoobenthos communities ranged from 0,05 to 3,29 bit/n. The high mineralization of water, the gradient of abiotic factors determine the dynamics of diversity, abundance, biomass, production of plankton and bottom communities in salt rivers. A close relationship between planktonic and bottom communities has been established using multidimensional statistics methods.

Key words: Elton Lake basin, highly mineralized rivers, plankton, benthos, biodiversity.

Введение. В гидрографическом отношении уникальный природно-территориальный комплекс Приэльтонья (49°07'30"N; 46°30'40"E) относится к Прикаспийскому бессточному бассейну, отличающемуся слабым развитием речной сети. Основной причиной ландшафтного своеобразия Приэльтонья считается преобладание процесса рассоления, обусловленного дренированием засоленных почв и четвертичных отложений озерной впадины Эльтона [1, 2] Особенностью гидроэкосистемы Приэльтонья является значение региона как крупнейшей миграционной трассы Евразии, где высокопродуктивные водоемы поддерживают огромные скопления пролетных водоплавающих и околоводных видов птиц и служат местом их откорма, а также являются источником образования органо-минеральной грязи, обладающей высокой бальнеологической ценностью. Высокоминерализованные притоки гипергалинного озера Эльтон являются зонами транзита органического вещества из водных масс в наземные экосистемы посредством его переноса пролетными и перелетными птицами, основным компонентом питания которых являются личинки двукрылых [3].

По содержание хлорофилла «а» водные массы соленых рек соответствует эвтрофному и гиперэвтрофному типу вод. Характерной особенностью лотических систем аридных регионов является их нестационарность, обусловленная глобальными и региональными климатическими колебаниями, включая антропогенное воздействие [4]. На разных участках пяти высокоминерализованных рек при низкой скорости течения, малой глубине и высоком трофическом статусе вод создаются специфические условия для жизни гидробионтов.

Приводятся многолетние результаты исследований разнообразия планктонных и донных сообществ соленых рек.

Материал и методы. Гидролого-географические и химические характеристики рек, впадающих в гипергалинное озеро Эльтон, в значительной мере определяются геологическим строением водосборного бассейна с преобладанием соленосных и карбонатных отложений, которые, наряду с другими факторами (климат, рельеф и др.), при ярко выраженных сезонных колебаниях уровня воды в реках, обусловливают изменение минерализации *(таблицы 1, 2)*.

Таблица 1

Гидролого-географические характеристики рек бассейна оз. Эльтон – Хара, Ланцуг, Чернавка, Солянка, Большая Самородка (апрель-сентябрь 2006-2018 гг.)

Показатель	Река				
	Хара	Ланцуг	Чернавка	Солянка	Б. Самородка
Координаты (устьевой участок)	49° 12′ N 46° 39′ E	49° 12′ N 46° 38′ E	49° 12′ N 46° 40′ E	49° 10′ N 46° 35′ E	49° 07′ N 46° 47′ E
Высота истока, м н.у.м.БС	21	21	8	18	21
Высота устья, м н.у.м БС	-21	-20	-20	-19	-22
Уклон, ‰*	0,91	2,06	5,38	5,52	1,77
Длина, км*	46,4	19,9	5,2	6,7	24,3
Ширина, м	2,0-59,0	1,5-45,0	1,0-8,0	1,0-5,0	3,5-35,0
Площадь водосбора, км^2 *	177,0*	126,0	18,4	17,8	130,0
Скорость течения, м/с	0,01-1,1	0,04-0,23	0,05-0,4	0,02-0,4	0,03-0,25
Расход воды в мае (устье), м^3/с *	0,22	0,36	0,06	0,02	0,20
Глубина, м	0,05-3,0	0,05-1,6	0,05-0,8	0,05-0,8	0,05-1,0
Зарастаемость, %	0-90	0-70	30-50	40-60	10-90

Примечание. * – расчетные величины. Приведены переделы колебаний.

Основное питание рек осуществляется за счет атмосферных осадков и подземных вод, создающих градиент минерализации от 4,0 до 41,4 г/л. В нижнем течении минерализация может превышать 100 г/л за счет разгрузки горизонтов соленых подземных вод и в периоды нагонных ветровых течений из оз. Эльтон. По соотношению главных ионов солевого состава в основном преобладают воды хлоридно-натриево-калиевые и сульфатные *(таблица 1)*. По преобладающим катионам вода относится к натриевой, натрий-магниевой и магниевой группе. Из биогенных элементов содержание общего фосфора и минерального азота характерны для вод эвтрофного типа [5].

Таблица 2

Физико-химические характеристики воды соленых рек Хара, Ланцуг, Чернавка, Солянка, Большая Самарода (август 2006-2018 гг.)

Показатель*	Река				
	Хара	Ланцуг	Чернавка	Солянка	Б. Самарода
pH	6,8-10,0	6,9-8,9	6,5-8,4	6,9-8,4	7,4-8,8
O_2, мг/л	3,4-31,3	1,8-46,0	2,9-33,8	2,9-35,0	6,2 -31,0
Температура воды, °С	12,0-33,0	14,9-33,1	12,5-33,1	15,1-30,2	12,3-31,1
Общая минерализация, мг/л	6,6-41,4	4,6-30,0	17,2-31,7	25,1-29,0	4,0-26,3
Na^++K^+, мг/л	1,71-12,31	1,19-9,07	3,43-10,53	7,59-9,41	1,12-5,50
Ca^{2+}, мг/л	0,16-1,20	0,20-0,80	0,30-1,60	0,72-1,22	0,18-0,60
Mg^{2+}, мг/л	0,15-1,59	0,13-1,17	0,04-1,22	0,51-0,96	0,04-2,60
Cl^-, мг/л	1,78-22,40	2,06-18,64	10,24-19,17	15,13-17,40	1,48-15,98
SO_4^{2-}, мг/л	1,72-12,11	0,55-4,27	0,40-0,96	0,09-0,84	0,41-4,02
P-PO_4, мг/л	0,003-1,678	0,002-1,520	0,001-0,168	0,007-0,241	0,318-1,494
$P_{общ.}$, мг/л	0,119-2,412	0,144-2,773	0,053-0,250	0,131-0,421	1,057-1,995
N-NH_4, мг/л	0,18-13,31	0,42-10,63	30,80-45,92	13,10-45,30	0,18-2,33
N-NO_3, мг/л	0,01-2,14	0,01-1,13	0,14-2,38	0,39-6,58	0,06-1,06
БО, мг/л **	15,0-18,0	31,0-32,0	22,0-26,0	16,0-32,0	20,0-24,0

Примечание. *Аналитическая обработка гидрохимических образцов воды произведена аккредитованной гидрохимической лабораторией ООО «Центр мониторинга водной и геологической среды» г. Самара. БО – бихроматная окисляемость.

В настоящее время в результате антропогенной деятельности экосистема региона трансформируется, уничтожается, что ведет к исчезновению редких видов, в том числе имеющих коммерческое значение.

Исследования проведены на малых реках бассейна оз. Эльтон (весенне-летний период 2006-2018 гг.). Материал собирали на 19 постоянных станциях в прибрежье и медиали мезогалинных (Большая Самарода, Хара, Ланцуг) и полигалинных рек Чернавка, Солянка *(рисунок 1)*. Зоопланктон исследовали в конце мая 2011, августе 2008-2009 и в 2018 гг. на 5-7 реках. Изучен зоопланктон на 14-18 участках семи рек, впадающих в оз. Эльтон. Пробы отбирали посредством фильтрации 50-100 л воды через сито с ячеей 70-80 мкм, фиксировали 4%-ным раствором формальдегида.

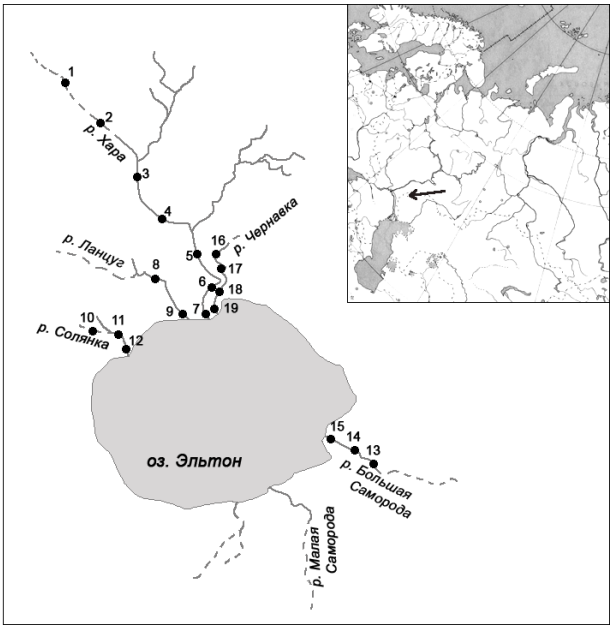


Рисунок 1. Схема отбора проб в реках бассейна оз. Эльтон.

Обработку проб в лаборатории проводили обычным счетным методом: в камере Богорова под микроскопом StereoDiscovery-12 просчитывали всю пробу. В качестве зоопланктона учитывали все таксоны коловраток (Rotifera), ветвистоусых (Cladocera) и веслоногих ракообразных – Cyclopoida и Calanoida [6, 7]; подсчитывали ракообразных мейобентоса (Harpacticoida и Ostracoda) и мероопланктон (двукрылых сем. Chironomidae, молодь клопов сем. Corixidae и личинок стрекоз). Биомассу зоопланктона рассчитывали традиционным методом по уравнениям связи массы особей с длиной тела. Сообщества зоопланктона оценивали по видовому богатству, численности, биомассе, индексу видового разнообразия Шеннона (*H*n, *H*b), рациону мирных и хищных беспозвоночных, суточной продукции. Подробно методика оценки продукции и рациона приведена в работе [8].

Методы сбора и обработки бентоса, перечень публикаций, использованных при определении видового состава бентоса приведены нами ранее [3, 4, 9, 10]. Для оценки донных сообществ использовали: число видов, численность (экз./м^2), биомассу (г/м^2), индексы видового разнообразия [11].

Сообщества зоопланктона. Состав зоопланктона представлен преимущественно эвригалинными и галофильными видами, устойчивыми к обитанию в условиях высокой минерализации воды [6]. Наряду с эвпланктонными формами (коловратки р. *Brachionus*, *Colurella adriatica*, *Notholca acuminata*) существенную долю видового богатства составляют планктобентосные виды (*Apocyclops dengizicus, Diacyclops bisetosus, Eucyclops serrulatus, Megacyclops viridis, Cletocamptus retrogressus*). Впервые для рек бассейна оз. Эльтон зарегистрированы коловратки отряда Bdelloida: *Brachionus diversicornis*, *B. quadridentatus*, *Cephalodella tenuiseta*, *Colurella adriatica*, *Lecane grandis*, *L. hamata*, *L. lamellata*, *Notholca acuminata,* веслоногий рачок *Diacyclops bicuspidatus*. Виды коловраток *Testudinella obscura* и *Lecane luna* выявлены впервые для водоемов бассейна [6, 7]. В разные годы сообщества зоопланктона соленых рек представлены в разные годы 17-29 видами и надвидовыми таксонами. Основу видового богатства составляли коловратки (Rotatoria – 17 видов), из которых преобладали представители родов *Brachionus* и *Lecane*.

Снижение фаунистического разнообразия проявляется по мере увеличения минерализации воды [6]. Общее число видов в каждом из притоков оз. Эльтон достоверно (R^2 = 0,86) снижалось с ростом средней минерализации воды *(рисунок 2)*.

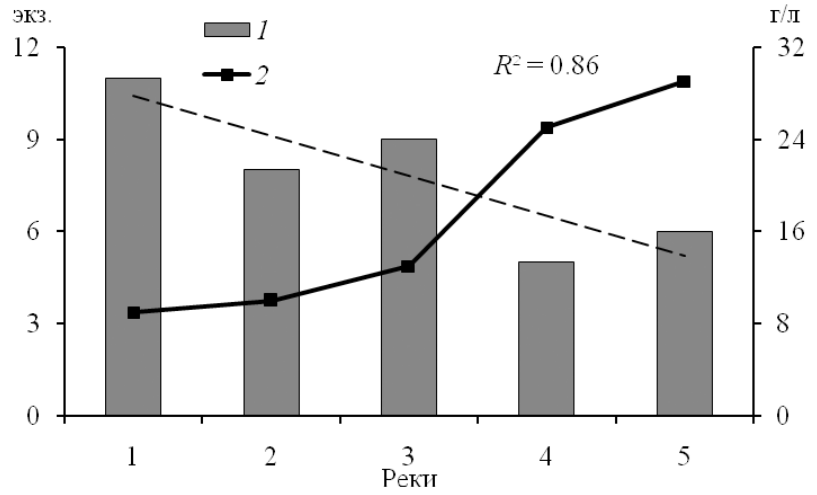


Рисунок 2. Изменение видового богатства зоопланктона с ростом средней минерализации воды в реках бассейна оз. Эльтон в августе 2013 г. Реки: 1 – Хара, 2 – Ланцуг, 3 – Большая Самарода, 4 – Солянка, 5 – Чернавка. Пунктир – линия тренда (линейная модель), R2– коэффициент детерминации.

Из восьми проанализированных факторов (соленость, pH, температура воды, содержание растворенного кислорода, глубина, скорость течения, степень зарастания макрофитами, биотоп) наиболее важными для видового богатства зоопланктона оказались соленость и скорость течения [6]. Первый фактор объяснял почти 50% изменения (снижения) видового богатства зоопланктона (F=18,1; R^2=0,46).

Максимальными значениями показателей обилия зоопланктона характеризовалась мезогалинная р. Хара, где численность сообщества составляла в среднем 2,3 млн экз./м^3, биомасса – 7,8 г/м^3. Основу (>93%) численности и биомассы зоопланктона здесь формировала солоноватоводная коловратка *Brachionus plicatilis,* и, в меньшей степени, личинки хирономид. Структурообразующими видами зоопланктона рек являются галофильный *B. plicatilis* и галотолерантный *Cletocamptus retrogressus*, совокупно обеспечивающие обычно >96% обилия сообществ.

Высокое удельное обилие в зоопланктоценозах рек бассейна оз. Эльтон одного-двух галобионтных видов определяет низкий уровень видового разнообразия сообществ зоопланктона: индекс Шеннона, рассчитанный как по численности, так и по биомассе, не превышает 1,2-1,3 бит/экз. *(таблица 3)*.

Несмотря на устойчивую тенденцию снижения фаунистического богатства по мере увеличения минерализации воды, сильная гетерогенность экологических данных не позволяет подтвердить эту закономерность статистически (ANOVA: $F_{[1;\ 11]}$=2,03, p=0,182). Тем не менее, значимое влияние минерализации воды на таксономический состав беспозвоночных планктона соленых рек проявляется на уровне своеобразия сообществ мезо- и полигалинных вод, обособляющихся отдельными кластерами. Максимальное обеднение видами наблюдалось в группах коловраток и кладоцер.

Результаты многомерного шкалирования таксономического состава свидетельствуют, что планктонные биоценозы мезогалинных р. Большая Самородка, Ланцуг и Хара отличаются повышенным структурным разнообразием фауны. Данные экологической ординации сообществ планктона рек свидетельствуют о том, что ядром экологической структуры зоопланктоценозов являются главным образом хирономиды, коловратки, гарпактициды и веслоногие ракообразные. Для кластера рек Солянка, Чернавка и Б. Самородка в большей степени характерны личинки двукрылых, остракоды и ветвистоусые рачки [10].

Таблица 3

Показатели разнообразия и количественной структуры сообществ зоопланктона соленых рек на разных биотопах в отдельные годы

Таксон	р. Хара			р. Чернавка		р. Ланцуг	
	ст. 7-	ст. 7	ст. 8	ст. 1	ст. 3	ст. 1 (ср.теч.)	ст. 2 (устье)
Численность коловраток, тыс. экз/м^3	39,5	7,9	47,9	33,2	301,6	42,1	466,7
Численность копепод, тыс. экз/м^3	50,1	46,5	85,3	7,4	10,5	0,0	31,4
Биомасса коловраток, мг/ м^3	106,4	21,3	129,0	89,6	813,0	95,7	1258,1
Биомасса копепод, мг/ м^3	336,4	248,9	416,0	61,7	24,8	0,0	228,7
Общая численность, тыс. экз/м^3	89,6	54,4	133,2	40,6	312,1	42,1	498,0
Общая биомасса, мг/ м^3	442,8	270,2	545,0	151,2	837,8	95,7	1486,8
Индекс Шеннона (по численности)	1,04	1,18	1,02	0,64	0,17	0,42	0,32
Индекс Шеннона (по биомассе)	1,21	1,28	1,29	0,83	0,17	0,47	0,58

Показано, что планктон соленых рек характеризуется сложной сетью взаимообусловленных отношений консорциативного типа. Высокая минерализация воды выступает в качестве экстремального гидроэкологического фактора, лимитирующего развитие разнообразных и сложно организованных сообществ планктона. В этих условиях преимущественное развитие получает ограниченное число специализированных видов [7, 10].

Сообщества макрозообентоса являются постоянным компонентом общего разнообразия гидроэкосистемы Приэльтонья. В составе донных сообществ установлены 93 вида и таксона макрозообентоса (Oligochaeta, Malacostraca, Branchiopoda, Insecta, Arachnida). По видовому богатству преобладали насекомые – 68 таксонов. Личинки двукрылых (Diptera) представлены 41 таксоном, из которых 25 составляют виды семейства Chironomidae. Отмечено по 18 таксонов олигохет и личинок жуков, 6 – клопов, 3 – стрекоз, 2 – ракообразных. Впервые, в сравнении с литературными сведениями [12], в соленых реках выявлено 65 видов гидробионтов. Число таксонов в мезогалинных реках (Хара, Ланцуг, Б. Самородка) изменялось от 48 до 58, в полигалинных реках (Солянка, Чернавка) установлено 22-25 видов. Анализ распространения видов в реках с разным уровнем минерализации выявил наибольшую частоту встречаемости в

мезогалинных реках среди двукрылых представителей сем. Ceratopogonidae и сем. Chironomidae: *Culicoides* sp. (42-46%), *C. salinophilus* (34,6-67,4%), *C. salinarius* (30,8-55,8%), а в реках с соленостью выше 17 г/л (р.Чернавка, Солянка) по частоте встречаемости преобладают *C. salinophilus* (96,2-97,5%), *Palpomyia* sp. (73,1-82,5). Встречаемость более 50% характерна для *Ephydra* sp. (сем. Ephydridae). Наиболее распространенными являются 9 видов и таксонов: олигохеты *Paranais simplex*, клопы *Sigara* sp., жуки *Hygrotus enneagrammus*, двукрылые *Palpomyia schmidti*, *Culicoides* (*M.*) *riethi*, *Chironomus salinarius*, *Cricotopus salinophilus, Odontomyia* sp., *Ephydra* sp.

Нами выявлены многолетние (2006-2014, 2017-2019 гг.) структурные изменения донных сообществ в соленых реках Приэльтонья, которые вызваны значительной вариабельностью абиотических факторов, обусловливающих флуктуационные пики численности эвригалинных и галофильных видов донных животных [10].

В разные годы выделяются таксоценозы, характеризующиеся максимальным обилием и видовым разнообразием, с наличием специфических и новых для науки галофильных видов хирономид *Cricotopus salinophilus* Zinchenko, Makarchenko et Makarchenko, 2009, *Tanytarsus kharaensis* Zorina et Zinchenko, 2009 и цератопогонид [13]. Величины средней численности и биомассы в мезогалинных реках Хара, Ланцуг и Б. Самородa могут отличаться в 8-21 и 14-26 раз, а в полигалинных реках Чернавка, Солянка – в 12-28 и 10-30 раз [4, 10]. В этих условиях статистическая связь общей численности (ln *N*) донных сообществ с уровнем минерализации оказалась не выраженной (r=–0,16, F=4,7, p=0,0315).

Установлено, что между значениями индекса видового разнообразия Шеннона и минерализацией существует достаточно тесная и статистически значимая линейная зависимость *(рисунок 3)*.

Разнообразие биотических особенностей (специфика трофических адаптаций, высокая продукция массовых галофильных видов, короткий жизненный цикл, селективность питания доминирующих видов, наличие в теле личинок полиненасыщенных жирных кислот) в условиях изменяющихся абиотических факторов, обеспечивают эвригалинным гидробионтам обитание в экстремальных условиях соленых рек аридных территорий [10, 14, 15].

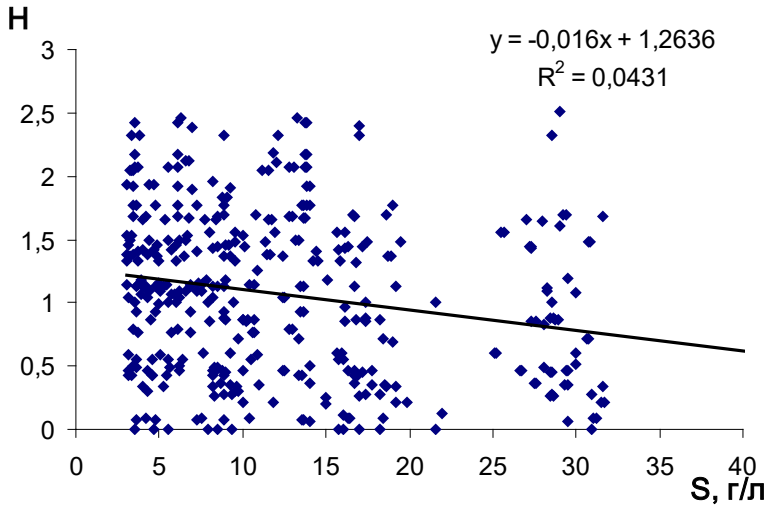


Рисунок 3. Взаимосвязь между индексом Шеннона (H) и минерализацией воды (S) в реках бассейна гипергалинного оз.Эльтон (за период исследований).

С использованием различных методов многомерного статистического анализа выявлен экологический оптимум видов планктонных и донных сообществ. Выявлено значимое влияние на изменчивость видового состава уровня минерализации, содержания отдельных анионов и катионов, биогенных элементов в форме минерального фосфора и ионов аммония. Показана сильная статистическая связь (мультиколлениарность) этих факторов как между собой, так и с общей минерализацией. Соотношения между значениями минерального фосфора и ионов аммония оказывают влияние на видовой состав гидробионтов. В условиях высокой солености, плотности воды и малых глубин в эвтрофных реках мета-сообщества планктона и бентоса имеют тесную статистическую связь между собой [15].

Заключение. Проведенные многолетние комплексные исследования разнообразия планктонных и донных сообществ и их устойчивости к экстремальным факторам воздействия позволили установить, что основу богатства видов составляют галотолерантные и галофильные виды, адаптированные к обитанию в минерализованных водах аридных территорий. Снижение числа видов, разнообразие планктонных и донных сообществ с увеличением минерализации воды до определенного диапазона характерны для рек Приэльтонья.

При анализе гидроэкосистемы Приэльтонья установлено, что высокий градиент различных абиотических факторов воздействия: минерализация, содержание кислорода, pH воды в значительной мере определяют динамику прерывистого градиента биологического разнообразия, численности, биомассы, продукции планктонных и донных сообществ. Важными экологическими факторами для их ресурсной обеспеченности являются содержание фосфатов, растворенного кислорода, хлорофилла «а», что характерно для высокоминерализованных водотоков. Тесная взаимосвязь планктонных и донных гидробионтов мета-сообщества поддерживается за счет биотических взаимодействий популяций фито- и бактериофагов [3].

Полученные результаты позволяют рассматривать планктонные и донные сообщества соленых рек как своеобразные структурные единицы экосистемы рек. Необходимость разработки научных основ сохранения устойчивого развития уникальных местообитаний биоты является составной частью общей стратегии сохранения биоразнообразия Природного парка Эльтонский.

Работа выполнена в рамках программы Президиума РАН, темы «Изменение, устойчивость и сохранение биологического разнообразия под воздействием глобальных изменений климата и интенсивной антропогенной нагрузки на экосистемы Волжского бассейна 1021060107212-5-1.6.20; 1.6.19, «Систематика, разнообразие, биология и экология водных и околоводных беспозвоночных, структура популяций и сообществ в континентальных водах», 121051100109-1 и при частичной финансовой поддержке грантов Российского фонда фундаментальных исследований № 13-04-00740, № 15-34-51088, № 17-04-00135.

Список литературы

1. Николаев В.А., Копыл И.В., Пичугина Н.В. Ландшафтный феномен солянокупольной тектоники в полупустынном Приэльтонье // Вестник Московского ун-та. Сер. 5. География. 1998. № 2. С. 35-39.

2. Петрищев В.П. Солянокупольный ландшафтогенез: морфоструктурные особенности геосистем и последствия их техногенной трансформации. Екатеринбург: УРО РАН, 2011. 310 с.

3. Zinchenko T.D., Gladishev M.I, Makhutova O.N., Sushchik N.N., Kalachova G.S., Golovatyuk L.V. Saline rivers provide arid landscapes with a considerable amount of biochemically valuable production of chironomid (Diptera) larvae. // Hydrobiologia. 2014. Vol. 722. P. 115-128.

4. Zinchenko T.D., Golovatyuk L.V. Abrosimova E.V., Popchenko T.V. Macrozoobenthos in Saline Rivers in the Lake Elton Basin: Spatial and Temporal Dynamics // Inland Water Biology. 2017. Vol. 10. No. 4. P. 384-398.

5. Номоконова В.И., Зинченко Т.Д., Попченко Т.В. Трофическое состояние соленых рек бассейна озера Эльтон // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 3. № 1. С. 476-483.

6. Лазарева В.И. Топическая и трофическая структура летнего зоопланктона соленых рек бассейна оз. Эльтон // Аридные экосистемы. 2017. Т. 23. № 1(70). С. 72-82.

7. Лазарева В.И., Гусаков В.А., Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В. Зоопланктон соленых рек аридной зоны юга России (бассейн оз. Эльтон) // Зоологический журнал. 2013. Т. 92. № 8. С. 1-11.

8. Лазарева В.И., Копылов А.И. Продуктивность зоопланктона на пике эвтрофирования экосистемы равнинного водохранилища: значение беспозвоночных хищников // Биология внутренних вод. 2011. № 3. С. 300-310.

9. Zinchenko T.D., Shitikov V.K., Golovatyuk L.V., Gusakov V.A., Lazareva V.I. Plankton and Bottom Communities in the Saline Rivers of Lake Elton Basin: Statistical Analysis of Dependences // Arid Ecosystems. 2018. Vol. 8. No. 3. P. 225-230. DOI: 10.1134/S2079096118030083.

10. Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В., Горохова О.Г., Абросимова Э.В., Уманская М.В., Попченко Т.В., Шитиков В.К., Гусаков В.И., Болотов С.Э., Лазарева В.И., Селиванова Е.А., Балкин А.С., Плотников А.О. Функциональные особенности организации структуры планктонных и донных сообществ высокоминерализованных рек бассейна гипергалинного озера Эльтон (Россия) // Экосистемы: экология и динамика, 2021. Т. 5. № 1. С. 5-73. DOI: 10.24411/2542-2006-2021-10077.

11. Shannon C.E., Weaver W. The Mathematical Theory of Communication. Urbana: Univ. Illinois Press, 1949. 117 p.

12. Горелов В.П. Систематический список свободноживущих видов водных беспозвоночных, встречающихся в водоёмах различного типа на территории Волгоградской области // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Волго-Донского междуречья на современном этапе. СПб.: «ООО Квинта Северо-Запад», 2002. С. 197-238.

13. Szadziewski R, Golovatyuk L., Sontag E., Urbanek A., Zinchenko T. All stages of the Palaearctic predaceous midge *Palpomyia schmidti* Goetghebuer, 1934 (Diptera: Ceratopogonidae) // Zootaxa. 2016. P. 85-93.

14. Zinchenko T.D., Golovatjuk L.V., Vykhristjuk L.A., Shitikov V.K. Diversity and Structure of Macrozoobenthic Communities in the Highly Mineralized Khara River (Territory adjacent to Lake Elton) // Biology Bulletin. 2011. Vol. 38. No. 10. P. 1056-1066.

15. Zinchenko T.D., Shitikov V.K., Golovatyuk L.V., Abrosimova E.V. Analysis of the meta-community structure of plankton and bottom organisms in rivers of the Lake Elton basin // Arid. Ecosystems. 2020. Vol. 10. No. 4. P. 390-395.

УДК 631.445.51: (477.75)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-494-502

ЗНАЧЕНИЕ СТЕПНЫХ ЗАПОВЕДНИКОВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ ВИДОВ ДИКИХ ПЧЕЛ (HYMENOPTERA, APOIDEA) В КРЫМУ

THE IMPORTANCE OF STEPPE RESERVES FOR THE PRESERVATION OF RARE AND ENDANGERED SPECIES OF WILD BEES (HYMENOPTERA, APOIDEA) IN THE CRIMEA

*Иванов С.П.[1], **Корженевский В.В. [2], ***Ена А.В.[1], ****Пузанов Д.В.[1], *****Курамова В.В.[1]
Ivanov S.P., Korzhenevsky V.V., Yena A.V., Puzanov D.V., Kuramova V.V.

[1]Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь, Россия
[2]Никитский Ботанический сад – Научный национальный центр РАН, Ялта, Россия
[1]V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
[2]Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center of RAS, Yalta, Russia

E-mail: *spi2006@list.ru, **herbarium.47@mail.ru, ***an.yena@gmail.com, ****crimsphinx@list.ru, *****viktoriya.bekirova@ya.ru

Аннотация. Разнообразие цветущей на протяжении всего теплого периода времени года растительности обеспечивает обитание в степной зоне полуострова разнообразной фауны пчелиных (Apoidea), которая включает многие охраняемые виды. Из 27 видов диких пчел, занесенных в Красную книгу Республики Крым, 25 видов обитают в степной зоне, из них 15 видов – это типично степные виды и встречаются только равнинном Крыму. Наибольшее значение для сохранения степной мелиттофауны имеют заповедные территории. В Казантипском природном заповеднике зарегистрировано обитание 123, а в Опукском – 120 видов диких пчел, из которых 17 видов занесены в Красную книгу Республики Крым, а 4 – в Красную книгу России. Отмечена важная симбиотическая связь охраняемых видов диких пчел и охраняемых видов растений, особенно в ранневесеннее время. Матки шмелей *Bombus argillaceus, B. armeniacus*, *B. fragravs, B. laecus*, *B. muscorum* и *B. zonatus*, пчела *Andrena magna* опыляют: тюльпаны *Tulipa suaveolens* Roth, *Tulipa biflora* Pall., *Tulipa sylvestris* L. subsp. *australis* (Link) Pamp., коровяк фиолетовый (*Verbascum phoeniceum* L.), адонис весенний (*Adonis vernalis* L.), герань клубненосную (*Geranium tuberosum* L.) и орхидею *Anacamptis morio* (L.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase. В осеннее время аспективное цветение *Galatella linosyris* (L.) Rchb. f., *Galatella villosa* (L.) Rchb. f., *Limonium gmelinii* (Willd.) Kuntze и *Prospero autumnale* (L.) Speta обеспечивает кормовую базу редким видам пчел: *Andreva ornata, A. stigmatica*, *Melitta budachkini,* самцам и маткам шмелей, уходящим на зимовку. Обосновывается необходимость расширения площади заповедников в степной зоне Крыма, которая в настоящее время составляет всего 3,6% от общей площади равнинного Крыма.

Ключевые слова: дикие пчелы, охраняемые виды, степная зона**,** Крымский полуостров.

Abstract. The diversity of vegetation blooming throughout the warm season ensures that the steppe zone of the peninsula is inhabited by a diverse fauna of bees (Apoidea), which includes many protected species. Of the 27 species of wild bees listed in the Red Book of the Republic of Crimea, 25 species live in the steppe zone, of which 15 species are typical steppe species and are found only in the plain Crimea. Reserved areas are of greatest importance for the conservation of steppe melittofauna. In the Kazantip Nature Reserve, 123 species of wild bees are registered, and in Opuksky – 120 species of wild bees, of which 17 species are listed in the Red Book of the Republic of Crimea, and 4 in the Red Book of Russia. An important symbiotic relationship between protected species of wild bees and protected plant species has been noted, especially in early spring. The queens of the bumblebees *Bombus argillaceus, B. armeniacus, B. fragravs, B. laecus, B. muscorum* and *B. zonatus,* the bee *Andrena magna* pollinate: tulips *Tulipa suaveolens* Roth, *Tulipa biflora* Pall., *Tulipa sylvestris* L. subsp. *australis* (Link) Pamp., purple mullein (*Verbascum phoeniceum* L.), spring adonis (*Adonis vernalis* L.), tuberous geranium (*Geranium tuberosum* L.) and orchid *Anacamptis morio* (L.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase. In autumn, the aspective flowering of *Galatella linosyris* (L.) Rchb. f., *Galatella villosa* (L.) Rchb. f., *Limonium gmelinii* (Willd.) Kuntze and *Prospero autumnale* (L.) Speta provides food for rare bee species: *Andreva ornata*, *A. stigmatica*, *Melitta budachkini*, males and queens of bumblebees leaving for the winter. The need to expand the area of reserves in the steppe zone of Crimea, which currently constitutes only 3.6% of the total area of the plain Crimea, is substantiated.

Key words: wild bees, protected species, steppe zone, Crimean Peninsula.

Введение. Степи – важнейший компонент биосферы Земли. Степные растения освоили огромные пространства нашей планеты и вместе с животными создали плодородный слой почвы, обеспечивший обитание здесь множества биологических видов.

В то же время степные экосистемы – это природные комплексы, наиболее пострадавшие от деятельности человека. Освоение степей человеком, которое часто сопровождалось их полной распашкой, привело к почти полной потере уникального степного биологического разнообразия. От полной потери степных видов в какой-то мере спасают заповедные территории, задача которых состоит в сохранении и изучении биоразнообразия – фаунистического богатства тех регионов, на территории которых они находятся. Изучение степного разнообразия еще не закончено. Об этом свидетельствуют примеры недавнего обнаружения в степных регионах новых видов насекомых, часть из которых оказались новыми для науки [1]. Представляют интерес фаунистические находки здесь инвазивных видов пчел и ос [2, 3], свидетельствующие о постоянном изменении состава степной фауны и указывающие на важность мониторинга этого процесса, в том числе с целью оценки возможного отрицательного воздействия вселенцев на местные виды [4].

Фауна заповедников наиболее богата, ее можно рассматривать как эталон для региона, в состав которого она входит. Более-менее полные списки видов пчел имеются только для двух степных заповедников – Опукского [5] и Казантипского [6], расположенных на Керченском полуострове. Мелиттофильная (пчелолюбивая) флора этого региона изучена значительно лучше [7].

Взаимное значение мелиттофильной флоры степей и пчел-опылителей, структура трофических связей пчел и потребности растений в опылении практически не изучены.

Цель данной работы – оценить значение степей для сохранения редких и охраняемых видов диких пчел (Hymenoptera, Apoidea) в степных районах Крыма, а также выявить роль диких пчел в поддержке разнообразия степных мелиттофильных растений, в том числе и охраняемых видов.

Материал и методы. Исследования проводились в течения ряда лет, начиная с 70-х годов 20 века. Материал собирался в ходе экспедиций и студенческих учебных практик на территории равнинного Крыма в природных заповедниках Опукский и Казантипский, природном парке «Тарханкутский», на других охраняемых и неохраняемых территориях. Собранная коллекция содержит более 3 тыс. экземпляров пчел и гербарий свыше 3000 листов. Коллекция пчел хранятся в Институте биохимических технологий, экологии и фармации Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского (КФУ) (SIMF), гербарный материал в Институте Агротехнологической академии КФУ (CSAU) и в Никитском Ботаническом саду – Научном национальном центре РАН (YALT).

Основным методом сбора материала по изучению фауны и флоры на заповедных территории была фотосъемка насекомых на цветущей растительности. Использовался фотоаппарат Canon EOS *Rebel T2i* и объективы: Canon Zoom Lens EF-5 18-55 mm и Tamron SP *Di* AF 90 mm 1:2.8 MACRO 1:1.

При необходимости применяли также нетравматичный отлов пчел с использованием специальной камеры временного фиксирования насекомых [8] и фотосъемкой деталей внешнего строения насекомых, важных для идентификации вида, с последующим выпуском исследованных особей в природу.

Видовую принадлежность пчел и ос определяли по «Определителю насекомых европейской части СССР» [9]. Названия растений даны по монографии «Природная флора Крымского полуострова» [10] с уточнением ряда таксонов по базе данных GBIF.

Трофические связи пчел изучали путем регистрации особей на цветках с последующим определением видовой принадлежности растений. Использовали также микроскопический анализ пыльцы из обножек пчел с применением камеры Горяева [11].

Результаты и обсуждение. Степи Крыма исключительно разнообразны в отношении растительных комплексов. Под влиянием разных климатических, геологических и орографических условий на относительно небольшой территории равнинного Крыма сформировались степи, сложенные самыми разными фитоценозами *(рисунок 1)*. В состав подавляющего большинства растительных сообществ входят энтомогамные растения, воспроизведение которых невозможно без участия насекомых-опылителей. Так, в составе степной растительности Керченского полуострова три четверти видов относятся к энтомогамным, более 90% которых опыляются пчелами, то есть являются мелиттофильными. Общее число видов диких пчел, обитающих на территории равнинного Крыма, видимо,

превышает 150-160 видов. Отдельные территории степной зоны Крыма, и прежде всего, из числа особо охраняемых, сохраняющих естественное разнообразие мелиттофильных растений, наиболее благоприятны для жизни пчел. В Казантипском природном заповеднике зарегистрировано обитание 124 [6], а в Опукском – 120 видов диких пчел [5], из которых 17 занесены в Красную книгу Республики Крым [12], из них 3 вида со статусом «редкий вид», 15 – «вид, сокращающийся в численности» и 7 видов – «вид, находящийся под угрозой исчезновения».



Рисунок 1. Галофильная степь. Цветение тюльпана душистого *Tulipa suaveolens* (окр. оз. Узунларское) (*а*). Разнотравно-пырейно-прибрежно-костровая степь. Цветение *Securigera varia* (L.) Lassen, *Salvia nemorosa* L., *Haplophyllum suaveolens* (DC.) G.Don f. (Караларская степь, Осовины) (*б*). Разнотравная типчаково-келериевая степь в сочетании с разреженными группировками из лоха узколистного (Караларская степь, Булганак) (*в*). Типчаково-разнотравная степь. Цветение *Achillea* spp., *Salvia nemorosa, Securigera varia, Phlomis tuberosa* L. Караларская степь, Осовины) (*г*). Фото С. Иванова.

Наибольшее значение для пчел имеют виды растений, цветущие в критические периоды их существования – ранней весной и в конце лета – начале осени. Вылет первых пчел фенологически совпадает с цветением таких степных мелиттофильных растений как: *Adonis vernalis* L., *Tulipa suaveolens* Roth *(рисунок 1а)*, *Tulipa australis* Pall. *(рисунок 2а)*, *Geranium tuberosum* L *(рисунок 2в)*, *Verbascum phoeniceum* L. *(рисунок 2г)*, *Candollea mollis* (M.Bieb.) Yild. *(рисунок 3б)*, *Iris pumila* L. *(рисунок 2ж)*, ряд видов из числа крестоцветных, бобовых, бурачниковых, лилейных *(рисунок 1)*. Эти растения важны для пчел, зимующих в стадии имаго и вылетающих первыми – пчел-плотников (*Xylocopa*), пчел цератин (*Ceratina*), маток шмелей (*Bombus*), большинство видов земляных пчел-андрен (*Andrena*), социальных видов пчел галиктид (Halictidae) *(рисунок 2)*. В их числе есть несколько охраняемых видов: *Andrena magna* Warncke, 1965, *Andrena ornata* Morawitz, 1866, *Bombus argillaceus* (Scopoli, 1763), *B. armeniacus* Radoszkowski, 1877, *B. fragrans* (Pallas, 1771), *B. laesus* Morawitz, 1875, *B. muscorum* (Linnaeus, 1758), *B. zonatus* Smith, 1854 *Xylocopa valga* Gerstaecker, 1872, *X. iris* (Christ, 1791), *X. violacea* (Linnaeus, 1758).



Рисунок 2. Охраняемые растения степных фитоценозов Крыма: тюльпан южный (*Tulipa australis*) (*а*); бельвалия великолепная (*Bellevalia speciosa* Woronow ex Grossh.) (*б*); герань клубненосная (*Geranium tuberosum*) (*в*); коровяк фиолетовый (*Verbascum phoeniceum*) (*г*); шалфей скабиозолистный (*Salvia scabiosifolia*) (*д*); ирис низкий (*Iris pumila*) (*ж*). Фото С. Иванова.

В конце сезона лета диких пчел милиттофильные растения вновь становятся критически важны для пчел ксилокоп, цератин, шмелей и социальных видов пчел галиктид. В это время семьи социальных видов распадаются и происходит вылет самцов и маток, для которых обилие кормовой базы имеет первостепенное значение.

Для видов диких пчел, летающих в самые поздние сроки, критическое значение имеют мелиттофильные виды растений, цветущие в конце сезона. Среди таких пчел также есть охраняемые виды: *Andrena stigmatica* Morawitz, *Melitta budashkini*, Radchenko & Ivavov. Последний вид был описан как новый относительно недавно (2012 г.) по материалу из Чаудинской степи. Однако повторные попытки обнаружить этот вид в типовой местности оказались неудачными. Возможная причина этого – ряд сильных степных пожаров, произошедших в годы после обнаружения этого вида.

Кормовую базу поздних пчел обеспечивают степные мелиттофильные растения поздних сроков цветения: *Cephalaria uralensis* (Murray) Roem. & Schult. (*рисунок 3а, г*), *Galatella linosyris*, *G. villosa*, *Limonium gmelinii*, *Prospero autumnale,* (*рисунок 5а-в*, *д*). Аспективное цветение этих видов обеспечивает обильную кормовую базу пчел даже в условиях неустойчивой осенней погоды.

Критически важно обилие отдельных видов мелиттофильных растений для узкоспециализированных в трофическом отношении видов пчел. Очень тесную связь имеют спиральноусые пчелы (*Systropha*) с вьюнками (*Convolvulus* L.), а некоторые виды пчел-гоплитов (*Hoplitis*) с синяками (*Echium* L.).

Важно отметить, что на протяжении всего теплого периода времени года энтомофильные растения обеспечивают существование не только пчел, но и огромное количество видов насекомых из других отрядов, важных в экологическом отношении, в частности, ос-энтомофагов, множество видов дорожных, роющих и складчатокрылых ос *(рисунок 3ж)*.

Следует отметить, что мелиттофильные растения, поддерживающие фауну опылителей, обеспечивают и свое существование. Такая симбиотическая связь особенно важна для видов со специализированными цветками, опыление которых осуществляет узкий круг опылителей – узких олиготрофов по своей природе. К таким растениям относятся растения из родов: *Asparagus* Tourn. ex L., *Bellevalia* Lapeyr. *(рисунок 2б)* и другие. Шалфей скабиозолистный (*Salvia scabiosifolia* Lam.) (*рисунок 2д*) эффективно опыляется только крупными пчелами, в частности редким «краснокнижным» видом – *Anthophora robusta* (Klug. 1845). Мелкие пчелы из цветков этого шалфея просто воруют пыльцу и нектар.

В тесной зависимости от пчел находятся орхидеи. В степном Крыму отмечено шесть видов орхидей, все они относятся к охраняемым мелиттофильным видам. Эти виды безнектарны Привлечение опылителей основано на обмане. Цветки двух видов (*Ophrys mammosa* Desf., *Ophrys scolopax* Cav. subsp. *cornuta* (Steven) E.G. Camus) привлекают самцов пчел определенных видов, подражая их самкам. Остальные 4 вида подражают соцветиям определенных нектаро- и пыльценосных видов растений. Так, опыление анакамптиса кавказского (*Anacamptis morio* (L.) R.M. Bateman, Pridgeon & M.W. Chase subsp. *caucasica* (K. Koch) H. Kretzschmar, Eccarius & H.Dietr.) *(рисунок 5а)* обеспечивается сходством его соцветий с соцветиями коровяка фиолетового (*Verbascum phoeniceum*) *(рисунок 2г)*. В Казантипском заповеднике анакамптис кавказский опыляют несколько видов диких пчел, в том числе «краснокнижный» вид пчел – андрена большая (*Andrena magna* Warncke, 1965) *(рисунок 5в)*, в качестве дополнительного опылителя нами впервые отмечен жук – бронзовка мохнатая (*Tropinota hirta* (Poda, 1761) *(рисунок 5б)*.

В то же время нельзя не отметить, что распространение и «укоренение» инвазивных видов степных мелиттофильных растений в Крыму так же происходит при участии пчел *(рисунки 3в, 4г)*.

Важным условием сохранения фауны диких пчел, является сохранение естественной растительности. Разнообразие мелиттофильных видов растений степных агроландшафтов на порядок ниже. Острой необходимостью в степном Крыму является расширение заповедных территорий. В настоящее время здесь имеется 33 охраняемых природных территорий. Все они широко разбросаны по территории равнинного Крыма, имеют небольшие размеры (от 3 до 12 тыс. га), а их суммарная площадь не превышает 3,6 % от всей площади равнинного Крыма. Недостаток площади – это проблема почти всех заповедников России, но для степных заповедников достаточно большая площадь является наиболее важным фактором полноценного функционирования.



Рисунок 3. Дикие пчелы степных фитоценозов: *пчела-плотник (*Xylocopa valga*) на соцветии головчатки уральской (*Cephalaria uralensis*) (*а*); *андрена большая (*Andrena magna*) на соцветии козельца мягкого (*Candollea mollis*) (*б*); пчела тералония (*Tetralonia* sp.) на соцветии гринделии (*Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal) (*в*); *шмель опоясанный (*Bombus zonatus*) на соцветии головчатки (*г*); пчела-листорез (*Megachile pilicrus* Morawitz, 1877) на соцветии василька салоникского (*Centaurea salonitana* Vis.) (*д*); *эвмен трехточечный (*Eumenus tripunctatus* (Christ, 1791) на кермеке (*Limonium* sp.) (*ж*). Звездочкой отмечены «краснокнижные» виды. Фото С. Иванова.

Основные угрозы разнообразию степных заповедников – степные пожары, которые случаются даже в весенне-летной период. Это связано с чрезмерным накоплением ветоши, которое происходит из-за неполноценности заповедных экосистем, и прежде всего, полного отсутствия копытных животных. Но для их существования необходима значительно большая площадь. В связи с чем, идею создания национального парка на Керченском полуострове следует считать крайне актуальной [7].



Рисунок 4. Аспективное цветение грудницы обыкновенной (*Galatella linosyris*) и мохнатой (*Galatella villosa*) в Казантипском заповеднике (*а*); инвазивный вид – коллетес плющевый (*Colletes hederae*, Schmidt & Westrich, 1993) на пролеске осенней (*б*); мелитта Будашкина (*Melitta budashkini*, Radchenko & Ivavov, 2012) над цветком кермека (*Limonium* sp.) (*в*); пчела-листорез (*Migachile apicalis* (Spinola, 1808) на соцветии инвазивного вида – гринделии (*Grindelia squarrosa*) (*г*); пчела андрена (*Andrena marginata* Fabricius, 1776) на цветке грудницы мохнатой (*д*). Фото С. Иванова.



Рисунок 5. Петрофитная степь в Казантипском заповеднике с участием анакамптиса кавказского (*Anacamptis morio* ssp. *caucasica*) (*а*); жук бронзовка мохнатая (*Tropinota hirta* (Poda, 1761)), видны поллинарии орхидеи, прикрепленные к наличнику жука (*е*); голова пчелы андрены большой (*Andrena magna*) с поллинариями орхидеи анакамптиса кавказского (*в*). Фото С.П. Иванова.

Заключение. Разнообразие цветущих на протяжении всего теплого времени года мелиттофильных растений обеспечивает обитание в степной зоне Крыма большого числа видов диких пчел. На отдельных территориях равнинного Крыма при благоприятных условиях число видов диких пчел может достигать 120-125. Общее число видов пчел в степной зоне полуострова, возможно превышает 150-160 видов.

В настоящее время общее состояние популяций диких пчел, обитающих в степной зоне Крыма, опустилось до критического уровня. Причин несколько – неудовлетворительное состояние на полуострове сохранивших естественную растительность разнотравных степей, связанное с перевыпасом (чрезмерной пасквальной нагрузкой), степными пожарами и фрагментарностью и как следствие этого – обеднённостью мелиттофильной флоры. В Красную книгу Крыма внесены 25 видов степных пчел, 6 из которых находятся под угрозой исчезновения.

Относительно благополучное состояние популяций отдельных видов диких пчел отмечается только на заповедных территориях, однако площадь степных заповедников в Крыму крайне недостаточна – всего 3,6% от общей площади равнинного Крыма.

Самый большой урон разнообразию диких пчел в степных заповедниках наносят степные пожары. Снизить эту угрозу может включение в состав степных заповедников копытных животных, которые способны устранить главную причину степных пожаров – избыточное накопление ветоши. Включение копытных в состав животного населения степных заповедников

потребует увеличение их площади, что параллельно с противопожарным эффектом значительно повысит их природоохранное значение.

Список литературы

1. Michez D., Kuhlmann M., Ivanov S. P., Radchenko V. G. Description of four new species in the bee genus *Melitta* Kirby, 1802 (Hymenoptera: Melittidae) // Zootaxa. 2012. Vol. 3337. P. 57-67.

2. Иванов С.П., Пышкин В.Б., Фатерыга А.В., Пузанов Д.В., Литвинюк Н.А., Сволынский А.Д., Курамова В.В. Новые сведения о фауне и экологии охраняемых видов пчел (Andrenidae, Colletidae, Megachilidae) и ос (Vespidae) Казантипского природного заповедника // Экосистемы. 2022. Вып. 32. С. 121-133.

3. Ivanov S. P., Fateryga A. V. First record of the invasive giant resin bee Megachile (Callomegachile) sculpturalis Smith, 1853 (Hymenoptera: Megachilidae) in the Crimea // Far Eastern Entomologist. 2019. No 395. P. 7-13.

4. Portman Z.M., Burrows S.J., Griswold T., Arduser M., Irber A.J., Tonietto R.K., Cariveau D.P. First records of the adventive Pseudoanthidium nanum (Mocsáry) (Hymenoptera: Megachilidae) in Illinois and Minnesota, with notes on its identification and taxonomy // Great Lakes Entomologist. 2019. Vol. 52. No 1-2. P. 12-20.

5. Филатов М.А. К фауне пчел (Hymenoptera: Apoidea) Опукского природного заповедника // Труды Государственного Никитского ботанического сада. 2006. Т. 126. С. 110-117.

6. Филатов М.А., Иванов С.П., Будашкин Ю.И. Пчелы (Hymenoptera, Apoidea) Казантипского природного заповедника // Труды Государственного Никитского ботанического сада. 2006. Т. 126. С. 258-262.

7. Корженевский В.В., Корженевская Ю.В., Квитницкая А.А. Природные заповедники Керченского полуострова: проблемы и перспективы // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. 2017. Т. 22. Вып. 5. С. 930-934. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-5-930-934.

8. Патент РФ на изобретение № 28008173, МПК A01M 5/00 (2023.08). Устройство для приёма, кратковременной фиксации и идентификации насекомых редких и исчезающих видов / С.П. Иванов, А.Д. Сволынский, В.В. Курамова Патентообладатель ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» (RU). Заявка № 2023100777, заявл. 13.01.2023, опубл. 24.11.2023 Бюл. № 33. 8 с.

9. Определитель насекомых европейской части СССР. Т. III. Перепончатокрылые. Первая часть. Л.: Наука, 1978. 284 с.

10. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова. Симферополь: Н.Оріанда, 2012. 232 с.

11. Иванов С.П., Мензатова Э.А. Методика изучения трофических связей диких пчел-мегахилид (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae) Hymenoptera, Megachilidae) по результатам анализа состава пыльцы из ячеек гнезд и скопы самок // Экосистемы. 2016. Вып. 5 (35). С. 66-86.

12. Красная Книга Республики Крым. Животные / Отв. ред. д.б.н., проф. С.П. Иванов, к.б.н. А.В. Фатерыга. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2016. 440 с.

УДК 574.58
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-503-509

НОВЫЕ И РЕДКИЕ ВИДЫ В СТРУКТУРЕ ВОДОРОСЛЕВЫХ СООБЩЕСТВ ВОДОЕМОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКАЗНИКА ОБЛАСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ «СВЕТЛИНСКИЙ» (ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТЬ, ЮЖНЫЙ УРАЛ, РОССИЯ)

NEW AND RARE SPECIES IN THE STRUCTURE OF THE ALGAL COMMUNITIES FROM THE WATER BODIES OF THE "SVETLINSKII" BIOLOGICAL RESERVE (ORENBURG REGION, SOUTHERN URALS, RUSSIA)

Игнатенко М.Е.*, Яценко-Степанова Т.Н.
Ignatenko M.E.*, Yatsenko-Stepanova T.N.

Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН, Оренбургский федеральный исследовательский центр, Оренбург, Россия
Institute for Cellular and Intracellular Symbiosis of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences of the Orenburg Federal Research Center RAS, Orenburg, Russia

E-mail: *ignatenko_me@mail.ru

Аннотация. Биологический заказник областного значения «Светлинский» расположен в пределах Шалкаро-Жетыкольского озерного района (Оренбургская область, Южный Урал, Россия), относящегося к ключевым орнитологическим территориям России международного значения (RU-217). На территории заказника имеется значительное количество средних и малых озер, лиманных понижений, а также два водотока, впадающие в оз. Жетыколь. В данной работе представлены результаты исследования альгофлоры семи водоемов: оз. Жетыколь, оз. Обалыколь, трех лиманных понижений, р. Казанче и протоки Восьмой бригады. Приведены сведения о пяти новых (*Chrysotila carterae, C. roscoffensis, Jomonlithus littoralis, Mallomonas phasma, M. solea-ferrea* var. *irregularis*) и четырех редких (*Hymenomonas roseola, Eunotia siberica, Chrysococcus furcatus, M. doignonii*) для флоры России видах водорослей, обнаруженных в составе альгофлоры исследуемых водоемов. Для двух таксонов (*M. phasma, M. solea-ferrea* var. *irregularis*) установлена третья находка в мире. Все обнаруженные виды проиллюстрированы микрофотографиями, выполненными с помощью сканирующей электронной микроскопии.

Ключевые слова: альгофлора, особо охраняемые природные территории, Chrysophyceae, Coccolithophyceae, Bacillariophyceae.

Abstract. "Svetlinskii" Biological Reserve is located within the Shalkaro-Zhetykol lake region (Orenburg region, Southern Urals, Russia), which belongs to the Key Ornithological Territories of Russia of International Importance (RU-217). On the territory of the reserve there are a significant number of lakes of different size, temporary water bodies, as well as two watercourses flowing into the Lake Zhetykol. This paper presents the results of a study of the algal flora of seven water bodies: Lake Zhetykol, Lake Obolykol, three temporary water bodies, River Kazanche, the channel Vosmaya brigada. Data are provided on five new (*Chrysotila carterae, C. roscoffensis, Jomonlithus littoralis, Mallomonas phasma, M. solea-ferrea* var. *irregularis*) and four rare (*Hymenomonas roseola, Eunotia siberica, Chrysococcus furcatus, M. doignonii*) species to the algal flora of Russia found in the studied water bodies. The third locality in the world was recorded for two taxa (*M. phasma, M. solea-ferrea* var. *irregularis*). Scanning electron microscopy microphotographs for the all detected species are provided.

Key words: algal flora, specially protected nature areas, Chrysophyceae, Coccolithophyceae, Bacillariophyceae.

Введение. Водоросли, являясь первичным продуцентом органического вещества в водных экосистемах, несут большую функциональную нагрузку. Они играют ключевую роль в обеспечении обитателей водоемов кислородом, вносят весомый вклад в процессы круговорота биоэлементов, осуществляют эффективные пути трансформации вещества и энергии, участвуют в самоочищении водоемов и т.д.

Таксономическое разнообразие и структура водорослевых сообществ являются качественным информативным показателем, отражающим весь спектр природных и антропогенных процессов, протекающих в водоеме [1-4]. Исследование сообществ водорослей водоемов особо охраняемых природных территорий (ООПТ) позволяет рассмотреть функционирование этого компонента биоты в естественных условиях, что необходимо при оценке и контроле антропогенно нарушенных водных экосистем, прогнозировании их состояния, разработке проблем восстановления, а также в формировании стратегии поддержания биоразнообразия [5]. Кроме того, многочисленными исследованиями из разных регионов мира

было показано, что водоемы ООПТ обладают богатой и уникальной флорой и часто включают новые для науки виды [6-15].

Исследования альгофлоры водоемов ООПТ Оренбургской области были начаты сравнительно недавно и охватывают лишь малую часть ООПТ региона [16-19], что обуславливает необходимость и актуальность проведения дальнейших исследований.

Целью настоящей работы явилось изучение альгофлористического разнообразия водоемов биологического заказника областного значения «Светлинский» (Светлинский район, Оренбургская область, Россия).

Материалы и методы исследования. Биологический заказник областного значения «Светлинский» расположен в пределах Шалкаро-Жетыкольского озерного района (Оренбургская область, Южный Урал, Россия), относящегося к ключевым орнитологическим территориям России международного значения (RU-217) [20]. Территория заказника является узловой точкой на пути трансконтинентальных миграционных маршрутов водоплавающих и околоводных птиц [21]. Площадь биологического заказника «Светлинский» составляет 9258,1 га, из них около 5700 га приходится на долю водных угодий [22]. На территории ООПТ имеется значительное количество средних и малых озер, лиманных понижений, а также два водотока, впадающие в оз. Жетыколь.

Объектом исследования послужили интегрированные пробы воды, отобранные в 2022-2023 гг. из оз. Жетыколь (51°05′67″N, 60°29′25″E), оз. Обалыколь (50°56′13.9″N, 60°44′59.9″E), трех лиманных понижений («Лиман» (официальное географическое название отсутствует) №1 (51°02′19″N, 60°47′09″E), №2 (51°02′17.4″N 60°47′15.0″E), №3 (51°02′18.0″N 60°48′42.0″E)), р. Казанче (50°59′47.1″N, 60°50′23.9″E), протоки Восьмой бригады (51°01′23.8″N, 60°56′05.1″E).

В процессе отбора образцов с применением портативного анализатора pH/°C H198127 (Hanna Instruments, Inc., USA) проводили измерение температуру воды и ее кислотности (pH), соленость воды определяли анализатором лабораторным серии АНИОН 4100 (Россия).

Водоросли изучали в живом и фиксированном (раствором 40%-ного формальдегида) состоянии с помощью световой и электронной микроскопии с использованием микроскопов Axio Scope A1 (Carl Zeiss, Germany) и Tescan Mira3 (Tescan Brno, Czech Republic) в Центре выявления и поддержки одаренных детей «Гагарин» (Оренбургская область).

Названия видов приведены в соответствии с on-line базой данных Algaebase (https://www.algaebase.org) [23].

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований отмечено значительное альгофлористическое разнообразие водоемов биологического заказника областного значения «Светлинский». В структуре водорослевых сообществ помимо космополитичных и широко распространенных таксонов обнаружены редкие и новые для флоры России виды из числа гаптофитовых, диатомовых и золотистых водорослей, среди них:

Haptophyta Hibberd ex Edvardsen et Eikrem

Coccolithophyceae Rothmaler

Chrysotila carterae **(Braarud et Fagerland) R.A. Andersen, J.I. Kim, Tittley et H.S. Yoon** *(рисунок 1, А)*

Chrysotila roscoffensis **(P.A. Dangeard) R.A. Andersen, J.I. Kim, Tittley et H.S. Yoon** *(рисунок 1, А)*

Два отмеченных выше вида являются новыми для флоры России. На территории биологического заказника «Светлинский» они обнаружены в июне 2022 г., в небольших «островках» воды, сохранившейся в озерной котловине высохшего оз. Жетыколь, при температуре воды 19,8-22,5°C, pH 7,53-9,1 и солености 3,8-5,7‰ [24]. Согласно литературным данным, эти виды часто фиксируют в водоемах с высоким уровнем минерализации [25-29]. *C. carterae* и *C. roscoffensis* впервые зарегистрированы нами в условиях низкой солености, что дает основание полагать наличие у них широкого диапазона галотолерантности.

Hymenomonas roseola **F. Stein** *(рисунок 1, В)* – редкий вид для флоры России; на территории страны *H. roseola* зарегистрирован в фитопланктоне оз. Плещеево и оз. Неро, Ярославская область [30, 31] и в перифитоне р. Большая Лосиха, Алтайский край [32]. В сентябре 2023 г. вид обнаружен в протоке Восьмой бригады при температуре воды 20,5°C, pH 8,52.

Jomonlithus littoralis **Inouye et Chihara** *(рисунок 1, С)* – новый вид для флоры России. Находка *J. littoralis* на сегодняшний день является четвертой в мире: в 1983 г. вид впервые был обнаружен в образцах из устья р. Накагава, в прибрежной зоне Японии [33]; в 2014 г. он был

отмечен на испанском побережье Средиземного моря [34] и во Франции [35]; в июне 2022 г. вид зарегистрирован в оз. Жетыколь, при температуре воды 19,8°С, pH 7,53 и солености 5,7‰ [24].

Heterokontophyta Moestrup, R.A. Andersen et Guiry

Bacillariophyceae Haeckel

***Eunotia siberica* Cleve** *(рисунок 1, D)* – редкий вид для флоры России; на территории России ранее зарегистрирован в р. Кереть, республика Карелия [36] и среднем течении р. Миасс, Челябинская область [37]. В водоемах биологического заказника «Светлинский» вид единично отмечен в мае 2023 г. в двух лиманных понижениях (Лиман № 1, № 2) и в сентябре 2023 г. в протоке Восьмой бригады при температуре воды 14,0-20,6°С, pH 6,53-8,52.

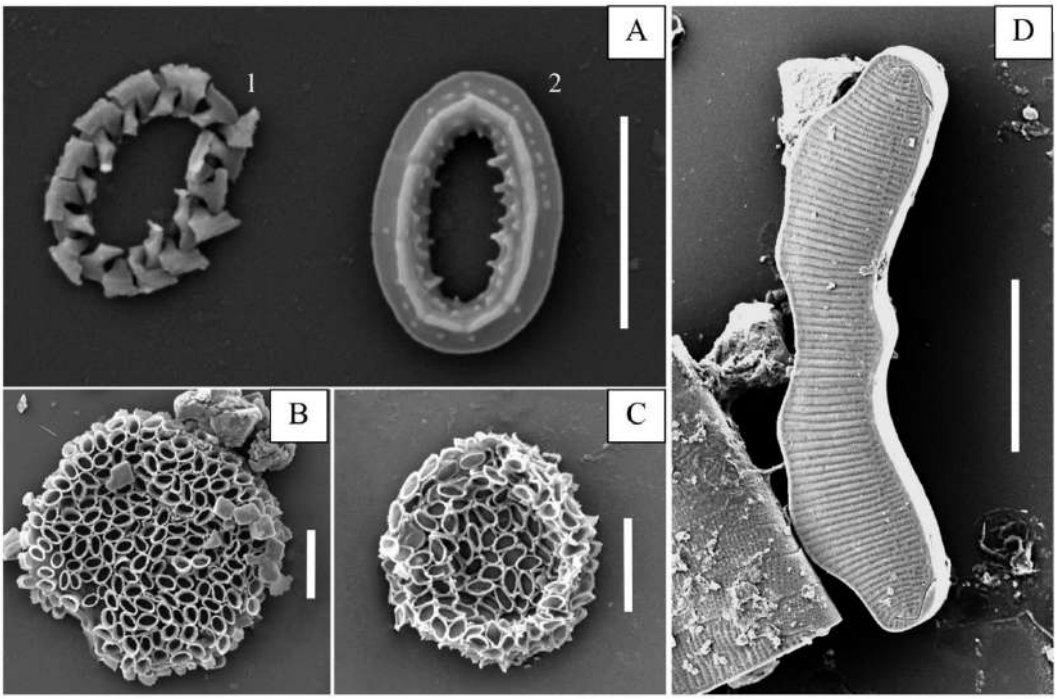


Рисунок 1. Новые и редкие для флоры России виды водорослей, обнаруженные в водоемах биологического заказника областного значения «Светлинский» (Оренбургская область, Россия): A – *Chrysotila carterae* (1), *Chrysotila roscoffensis* (2); B – *Hymenomonas roseola*; C – *Jomonlithus littoralis*; D – *Eunotia siberica*. Масштабная линейка: A – 2 мкм; B, C – 5 мкм; D – 20 мкм.

Chrysophyceae Pascher

***Chrysococcus furcatus* (Dolgoff) K.H. Nicholls** – редкий вид для флоры России; на территории нашей страны он отмечен в шести локалитетах [38]. *C. furcatus* зарегистрирован нами в мае 2023 г. в р. Казанче и протоке Восьмой бригады на основе находки покоящейся стадии – стоматоцисты 130, Duff et Smol in Duff et al., 1992 emend. Duff et Smol, *1994 (рисунок 2, A)*, продуцируемой данным видом.

***Mallomonas doignonii* Bourrelly** *(рисунок 2, B)* – редкий вид для флоры России; на сегодняшней день известно о единственной находке *M. doignonii* на территории России – устье р. Баргузин, республика Бурятия [39]. Обнаружение *M. doignonii* в водоемах биологического заказника «Светлинский» является второй находкой этого вида в России [40]. Впервые он был отмечен в мае 2022 г. в образцах воды Лимана № 1 при температуре воды 20,6°С и pH 6,91. В мае 2023 г. многочисленные чешуйки, а также целые клетки *M. doignonii* были зарегистрированы в оз. Обалыколь и трех лиманных понижениях (Лиман № 1, № 2, № 3) при температуре воды 14,1-16,1°С и pH 6,32-9,49.

***Mallomonas phasma* K. Harris et D.E. Bradley** *(рисунок 2, C)* – новый вид для флоры России. До настоящего времени было известно только о двух находках этого вида. Впервые *M. phasma* был описан в 1960 г. из неглубоких торфяных болот на юго-востоке Англии [41]. Вторая находка зарегистрирована в разнотипных водоемах на юго-западе Франции [42]. В мае 2023 г. *M. phasma* был отмечен нами в трех лиманных понижениях (Лиман № 1, № 2, № 3)

биологического заказника «Светлинский» при температуре воды 14,2-23,1°С и pH 6,44-8,6. В пробах вид имел высокую частоту встречаемости.

M. solea-ferrea var. irregularis **Nemcová, Kreidlová, Pusztai et Neustupa** *(рисунок 2, D)* – новый вид для флоры России. Это третья находка данного вида в мире. Впервые *M. solea-ferrea* var. *irregularis* был описан в 2013 г. из водоемов Чехии [43] и на протяжении длительного времени сведения о его обнаружении в других локалитетах отсутствовали. В 2022 г. вид был отмечен в Индонезии, в высокогорном болотном водоёме острова Новая Гвинея [14]. В том же 2022 г. *M. solea-ferrea* var. *irregularis* зарегистрирован нами в Лимане № 1 при температуре воды 20,6°С, pH 6,91 [40]. В мае 2023 г. с высокой частотой встречаемости вид был отмечен в трех исследуемых лиманных понижениях (Лиман № 1, № 2, № 3) при температуре воды 14,2-16,1°С и pH 6,99-8,6.

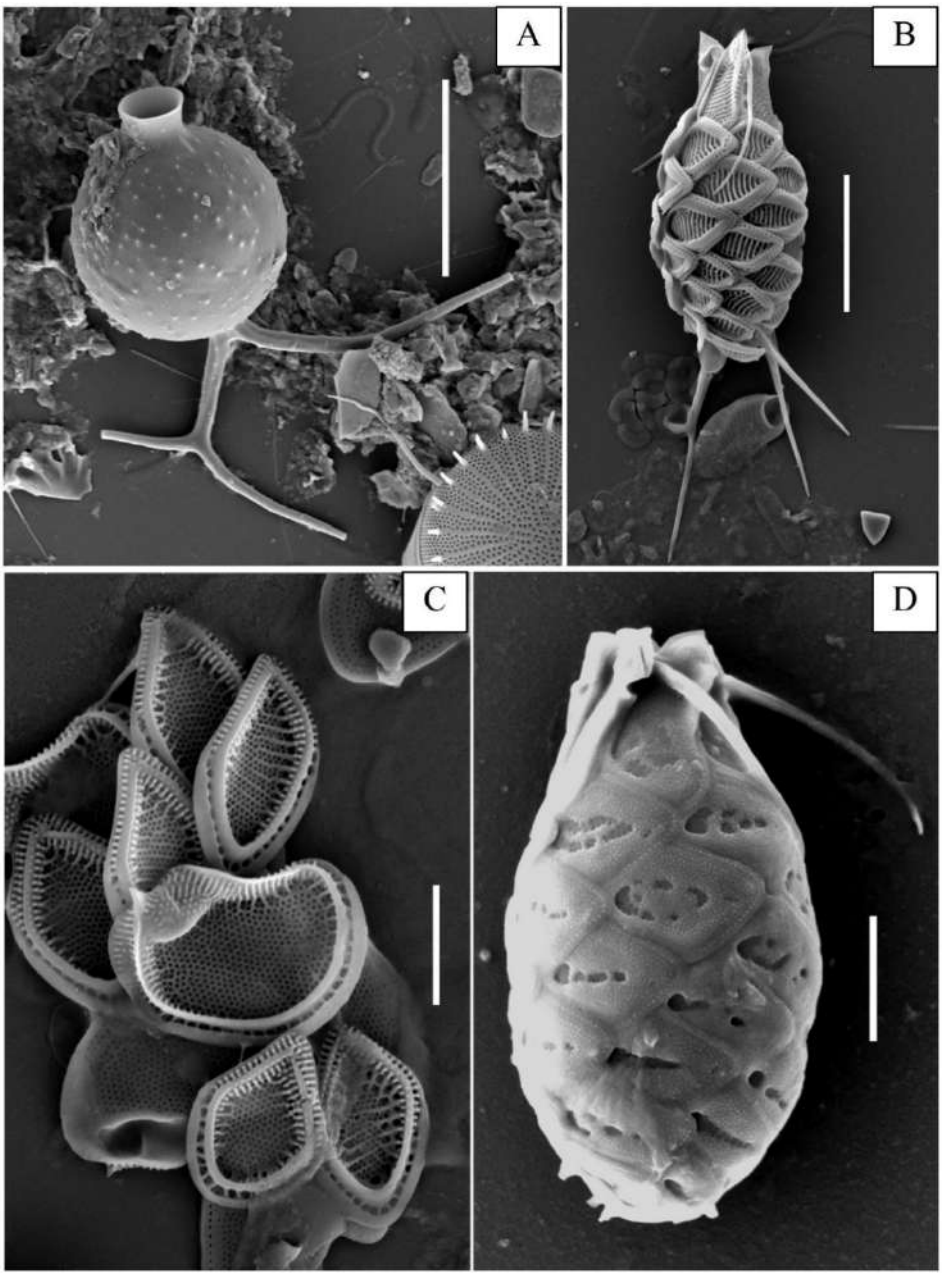


Рисунок 2. Новые и редкие для флоры России виды водорослей, обнаруженные в водоемах биологического заказника областного значения «Светлинский» (Оренбургская область, Россия): A – стоматоцисты 130, Duff et Smol in Duff et al., 1992 emend. Duff et Smol, 1994; B – *Mallomonas doignonii*; C – апикальная и медиальные чешуйки *Mallomonas phasma*; D – *Mallomonas solea-ferrea* var. *irregularis*. Масштабная линейка: C, D – 2 мкм; B – 5 мкм; A – 10 мкм.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования показали, что флора водоемов биологического заказника областного значения «Светлинский» отличается не только высоким альгофлористическим разнообразием, но и достаточно уникальна. В составе альгосообществ исследуемых водоемов обнаружены пять новых для флоры России видов, два (*M. phasma, M. solea-ferrea var. irregularis*) из которых зарегистрированы третий раз в мире. Также установлены новые местонахождения четырех редких для флоры страны видов.

В данной работе представлены результаты двухлетний наблюдений, безусловно, дальнейшие исследования позволят значительно дополнить наши представления о биоразнообразии альгофлоры водоемов биологического заказника «Светлинский».

Благодарности. *Авторы выражают искреннюю благодарность сотрудникам биологического заказника областного значения «Светлинский», а также директору ГКУ Оренбургской области «Дирекция ООПТ» Александру Андреевичу Семенову за оказанную помощь в проведении полевых сборов.*

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-24-10056, https://rscf.ru/project/23-24-10056/.

Список литературы

1. Barinova S. On the classification of water quality from an ecological point of view // International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources. 2017. Vol. 2. No. 2. DOI: 10.19080/ IJESNR.2017.02.555581.

2. Barinova S. Essential and practical bioindication methods and systems for the water quality assessment // International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources. 2017. Vol. 2. No. 3. DOI: 10.19080/ IJESNR.2017.02.555588.

3. Barinova S., Smith T. Algae diversity and ecology during a summer assessment of water quality in the Abraham Lincoln Birthplace National Historical Park, USA // Diversity. 2019. Vol. 11. No. 11. P. 206. DOI: 10.3390/d11110206.

4. Dembowska E.A., Mieszczankin T., Napiórkowski P. Changes of the phytoplankton community as symptoms of deterioration of water quality in a shallow lake // Environmental Monitoring and Assessment. 2018. Vol. 190. No. 95. DOI: 10.1007/s10661-018-6465-1.

5. Горохова О.Г., Паутова В.Н. Водоросли планктона малых водоёмов юга лесостепного Поволжья (альгофлора: таксономическая структура) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 5. С. 249-256.

6. Siver P.A., Lott A.M. Further Observations on the scaled Chrysophycean and Synurophycean flora of the Ocala National Forest, Florida, U.S.A. // Nordic Journal of Botany. 2004. Vol. 24. P. 211-233.

7. Siver P.A., Lott A.M. The scaled Chrysophyte flora from the Pinelands National Preserve of Southern New Jersey, U.S.A. // Nova Hedwig. Beih. 2010. Vol. 136. P. 167-180.

8. Siver P.A., Lott A.M. The scaled chrysophyte flora in freshwater ponds and lakes from Newfoundland, Canada, and their relationship to environmental variables // Cryptogamie, Algologie. 2017. Vol. 38. P. 325-347.

9. Němcová Y., Neustupa J., Nováková S., Kalina T. Silica-scaled Chrysophytes of the Šumava National Park and the Třeboňsko UNESCO Biosphere Reserve (Southern Bohemia, Czech Republic) // Nordic Journal of Botany. 2002. Vol. 22. P. 375-383.

10. Němcová Y. Diversity and ecology of silica-scaled Chrysophytes (Synurophyceae, Chrysophyceae) in the National Nature Monument Swamp and Břehyňský Pond, Czech Republic // Cryptogamie, Algologie. 2010. Vol. 31. P. 229-243.

11. Gusev E.S., Doan-Nhu H., Nguyen-Ngoc L. Silica-scaled Chrysophytes from Cat Tien National Park (Dong Nai Province, Vietnam) // Nova Hedwig. Beih. 2017. Vol. 105. P. 347-364.

12. Gusev E.S., Siver P.A., Shin W. *Mallomonas bronchartiana* compère revisited: two new species described from Asia // Cryptogamie, Algologie. 2017. Vol. 38. P. 3-16.

13. Gusev E., Martynenko N., Tran H. Studies on algae from the order Synurales (Chrysophyceae) in Northern Vietnam // Diversity. 2021. Vol. 13. P. 602. https://doi.org/10.3390/ d13110602.

14. Gusev E., Kapustin D., Martynenko N., Kulikovskiy M. Diversity of Silica-Scaled Chrysophytes (Stramenopiles: Chrysophyceae) from Indonesian Papua // Diversity. 2022. Vol. 14. No. 9. P. 726. DOI: 10.3390/d14090726.

15. Gusev E., Martynenko N., Shkurina N., Huan P.T., Dien T.D., Thanh N.T.H. An annotated checklist of algae from the order Synurales (Chrysophyceae) of Viet Nam // Diversity. 2023. Vol. 15. No. 2. P. 183. DOI: 10.3390/d15020183.

16. Яценко-Степанова Т.Н., Игнатенко М.Е. О некоторых итогах исследования альгофлоры ООПТ «Тузлуккольские грязи» (Оренбургская область, Беляевский район) // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2018. № 4. DOI: 10.24411/2304-9081-2019-14003.

17. Игнатенко М.Е., Яценко-Степанова Т.Н., Калмыкова О.Г. К флоре водорослей некоторых памятников природы Оренбургской области // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2020. Т. 36. № 4. С. 134-149. DOI: 10.32516/2303-9922.2020.36.6.

18. Яценко-Степанова Т.Н., Игнатенко М.Е., Калмыкова О.Г. Альгофлора водоема объекта культурно-исторического наследия «Аксаковский парк» (Оренбургская область, Россия) // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2020. Т. 14. № 4. С. 587602. DOI: 10.24411/2072-8816-2020-10090.

19. Ignatenko M.E., Yatsenko-Stepanova T.N., Kalmykova O.G. The first evidence about the algae flora of the reservoirs of the "Aschisayskaya Steppe" plot (State Nature Reserve "Orenburgsky") // BIO Web of Conferences "Northern Asia plant diversity: current trends in research and conservation". 2021. Vol. 38. P. 00042. DOI: 10.1051/bioconf/20213800042.

20. Давыгора А.В., Чернецов Н.С., Семенов А.А. К осеннему пролёту гусеобразных на озёрах Оренбургского степного Зауралья на пике засушливой фазы внутривекового цикла увлажнённости // Selevinia. 2022. С. 162-165.

21. Дебело П.В., Куксанов В.Ф., Назин А.С. Современное состояние водоемов Шалкар-Жетыкольского озерного района (КОТР RU-217, ОБ-002) и их роль в воспроизводстве гусеобразных птиц // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. Т. 10. № 185. С. 379-384.

22. Вельмовский П.В., Левыкин С.В., Якушев А.В. Особо охраняемые природные территории в Оренбургской области: история возникновения, география и современное состояние // Географические исследования территориальной организации ландшафтов: трансформация, сохранение, восстановление (к 100-летию со дня рождения профессора Ф.Н. Милькова): Сб. науч. статей. 2017. С. 6-13.

23. Guiry M.D., Guiry G.M. *AlgaeBase.* World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. 2024. URL: http://www.algaebase.org (дата обращения: 12.02.2024).

24. Ignatenko M., Yatsenko-Stepanova T. Coccolithophores in the algal flora from South Urals (Russia) with the description of a new *Hymenomonas* species // Phytotaxa. 2023. Vol. 609. № 1. P. 055-064. DOI: 10.11646/phytotaxa.609.1.5.

25. Johansen J.R., Doucette G.J., Barclay W.R., Bull J.D. The morphology and ecology of *Pleurochrysis carterae* var. *dentata* var. nov. (Prymnesiophyceae), a new coccolithophorid from an inland saline pond in New Mexico, USA // Phycologia. 1988. Vol. 27. № 1. P. 78-88. DOI: 10.2216/i0031-8884-27-1-78.1.

26. Fresnel J., Billard C. *Pleurochrysis placolithoides* sp. nov. (Prymnesiophiceae), a new marine coccolithophorid with remarks on the status of Cricolith-bearing species // British Phycological Journal. 1991. Vol. 26. P. 67-80.

27. Reifel K.M., McCoy M.P., Tiffany M.A., Rocke T.E., Trees C.C., Barlow S.B., Faulkner D.J., Hurlbert S.H. *Pleurochrysis pseudoroscoffensis* (Prymnesiophyceae) blooms on the surface of the Salton Sea, California // Hydrobiologia. 2001. Vol. 466. P. 177-185.

28. Seoane S., Eikrem W., Arluzea J., Orive E. Haptophytes of the Nervión River estuary, northern Spain // Botanica Marina. 2009. Vol. 52. P. 47-59. DOI: 10.1515/bot.2009.027.

29. Meng R., Zhang L., Zhou C., Liao K., Xiao P., Luo Q., Xu J., Cui Y., Hu X., Yan X. Genome sequence of *Chrysotila roscoffensis*, a coccolithphore contributed to global biogeochemical cycles // Genes. 2022. Vol. 13. P. 40. DOI: 10.3390/genes13010040.

30. Пырина И.Л., Сигарева Л.Е., Дзюбан А.Н. Первичная продукция фитопланктона. Экосистема озера Плещеево. Л.: Наука, 1989. С. 114-122.

31. Капустин Д.А., Кезля Е.М., Куликовский М.С. Изучение видового состава фитопланктона озера Неро (Ярославская область) с помощью СЭМ. I // Новости систематики низших растений. 2023. Vol. 57. № 2. A33-A42. DOI: 10.31111/nsnr/2023.57.2.A33.

32. Романов Р.Е. Haptophyta – новый отдел для альгофлоры Западной Сибири // Растительный мир Азиатской России. 2008. № 2. С. 9-11.

33. Inouye I., Chihara M. Ultrastructure and taxonomy of *Jomonlithus littoralis* gen. et sp. nov. (Class Prymnesiophyceae), a coccolithophorid from the Northwest Pacific // Botanical Magazine, Tokyo. 1983. Vol. 96. P. 365-376.

34. Probert I., Fresnel J., Young J. The life cycle and taxonomic affinity of the coccolithophore *Jomonlithus littoralis* (Prymnesiophyceae) // Cryptogamie, Algologie. 2014. Vol. 35. № 4. P. 389-405. DOI: 10.7872/crya.v35.iss4.2014.389.

35. Simon M., Jardillier L., Deschamps P., Moreira D., Restoux G., Bertolino P., López-García P. Complex communities of small protists and unexpected occurrence of typical marine lineages in schallow freshwater systems // Environmental Microbiology. 2014. Vol. 17. No. 10. P. 3610-3627. DOI: 10.1111/1462-2920.12591.

36. Комулайнен С.Ф. Фитоперифитон рек междуречья Кеми и Ковды Карельского берега Белого моря // Вопросы современной альгологии. 2018. Т. 2. № 17. URL: http://algology.ru/1296 (дата обращения: 12.02.2024).

37. Исакова Н.А. Материалы к изучению Bacillariophyta донных субстратов в среднем течении реки Миасс (Челябинская область, Южный Урал) // Вестник Оренбургского государственного

педагогического университета. Электронный научный журнал. 2018. Т. 25. № 1. С. 34-43. DOI: 10.32516/2303-9922.2018.25.4.

38. Игнатенко М.Е., Яценко-Степанова Т.Н. Стоматоцисты *Chrysococcus furcatus* в водоемах Оренбургской области (Южный Урал, Россия) // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2023. № 2. DOI: 10.24411/2304-9081-2023-12003.

39. Bessudova A.Yu., Sorokovikova L.M., Tomberg I.V., Likhoshway Ye.V. Silica-scaled chrysophytes in large tributaries of Lake Baikal // Cryptogamie, Algologie. 2018. Vol. 39. 2. P. 145-165.

40. Ignatenko M., Gusev E., Yatsenko-Stepanova T. Diversity of silica-scaled Chrysophytes in the steppe zone of the Southern Urals with a description of a new species from the genus *Mallomonas* // Life. 2023. Vol. 13. P. 2214. DOI: 10.3390/life13112214.

41. Harris K., Bradley D.E., Bradley D.E. A taxonomic study of *Mallomonas* // Journal of General Microbiology. 1960. Vol. 22. P. 750-777.

42. Němcová Y., Kreidlová J., Kosová A., Neustupa J. Lakes and Pools of Aquitaine Region (France) – a biodiversity hotspot of Synurales in Europe // Nova Hedwig. Beih. 2012. Vol. 95. P. 1-24.

43. Němcová Y., Kreidlová J., Pusztai M, Neustupa J. *Mallomonas pumilio* Group (Chrysophyceae/Stramenopiles) – a revision based on the scale/scale-case morphology and analysis of scale shape // Nova Hedwig. Beih. 2013. Vol. 142. P. 027-049.

УДК 574.34 (470.43)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-510-512

ПОПУЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ БАССЕЙНА СРЕДНЕЙ ВОЛГИ (ПО ДАННЫМ 2019-2023 ГГ.)

POPULATION STRUCTURE OF RARE PLANT SPECIES IN THE MIDDLE VOLGA BASIN (ACCORDING TO 2019-2023 DATA)

Ильина В.Н.
Ilyina V.N.

Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара, Россия
Samara State University of Social Sciences and Education, Samara, Russia

E-mail: 5iva@mail.ru

Аннотация. В бассейне Средней Волги в 2019-2023 годах подробно обследованы ценопопуляции 13 редких видов растений, включенных в «Перечень объектов растительного мира, предлагаемых для занесения в Красную книгу Российской Федерации» (2023). Использованы известные методы популяционно-онтогенетического направления исследований. Преобладающей онтогенетической группой в популяциях в основном является зрелая генеративная (*Hedysarum razoumowianum, Oxytropis hippolyti, Fritillaria ruthenica, Tulipa schrenkii, Globularia punctate, Stipa pulcherrima, Stipa zalesskii*) или старая генеративная (*Cephalanthera rubra, Cypripedium calceolus, Orchis ustulata, Pulsatilla pratensis)*. Наименьшая общая плотность особей зарегистрирована в популяциях *Iris aphylla, Cypripedium calceolus, Orchis ustulata,* а наибольшая *Tulipa schrenkii, Globularia punctata.* Зреющие популяции (по критерию «дельта-омега») выявлены у *Medicago cancellata*, переходные – у *Oxytropis hippolyti*, молодые – у *Iris aphylla,* у остальных видов – зрелые. Уязвимыми в регионе следует считать такие виды, как *Oxytropis hippolyti, Iris aphylla, Cephalanthera rubra, Cypripedium calceolus, Orchis ustulata.*

Ключевые слова: редкие виды, Красная книга, ценопопуляции, онтогенетический спектр, численность особей.

Abstract. In the Middle Volga basin in 2019-2023, cenopopulations of 13 rare plant species included in the "List of flora objects proposed for inclusion in the Red Book of the Russian Federation" (2023) were examined in detail. Well-known population-ontogenetic methods were used. The predominant ontogenetic group in populations is mainly mature generative (*Hedysarum razoumowianum, Oxytropis hippolyti, Fritillaria ruthenica, Tulipa schrenkii, Globularia punctate, Stipa pulcherrima, Stipa zalesskii*) or old generative (*Cephalanthera rubra, Cypripedium calceolus, Orchis ustulata, Pulsatilla pratensis*). The lowest total density of individuals was recorded in the populations of *Iris aphylla, Cypripedium calceolus,* and *Orchis ustulata*, and the highest was *Tulipa schrenkii, Globularia punctata*. Maturing populations (according to the "delta-omega" criterion) were identified in *Medicago cancellata*, transitional populations in *Oxytropis hippolyti*, young populations in *Iris aphylla*, and mature populations in other species. Species such as *Oxytropis hippolyti*, *Iris aphylla*, *Cephalanthera rubra, Cypripedium calceolus*, and *Orchis ustulata* should be considered vulnerable in the region.

Key words: rare species, Red Book, cenopopulations, ontogenetic spectrum, number of individuals.

Введение. Изучение популяционной структуры видов растений и их динамики приобретает всё большую популярность среди исследований, так как полученные результаты могут дать представление о развитии особей, популяций и растительных сообществ, показать изменения в растительном покрове и позволить оценить влияние различных факторов на растения и их группировки.

Материалы и методы. Вопросы популяционной биологии видов на территории Самарской области и сопредельных областей отличаются достаточно хорошим уровнем изученности, хотя в основном это касается редких представителей флоры. На протяжении 5 лет (2019-2023 гг.) обследованы популяции видов растений, включенных в «Перечень объектов растительного мира, предлагаемых для занесения в Красную книгу Российской Федерации» [1], – *Hedysarum razoumowianum* Helm et Fisch. ex DC., *Medicago cancellata* M. Bieb., *Oxytropis hippolyti* Boriss., *Iris aphylla* L., *Fritillaria ruthenica* Wikstr., *Tulipa suaveolens* Roth [*T. schrenkii* Regel], *Cephalanthera rubra* (L.) Rich., *Cypripedium calceolus* L., *Neotinea ustulata* (L.) R.M. Bateman, Pridgeon et M.W. Chase [*Orchis ustulata* L.], *Globularia punctata* Lapeyr., *Stipa pulcherrima* K. Koch, *Stipa zalesskii* Wilensky ex P.A. Smirn., *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. s. l. Все они включены в список охраняемых Красной книги РФ [2].

Изучение видов осуществлялось с использованием известных методов [3-11]. Оценка типов популяций проведена по классификации «дельта-омега» [4].

Результаты исследований и их обсуждение. В *таблице 1* представлены основные результаты обследования популяций редких видов растений на территории Самарской области в указанные годы. Приведены усредненные показатели для всех обследованных локалитетов 13 модельных видов растений.

Таблица 1

Характеристики популяций редких видов

№ п/п	Вид	Общая численность, экз.	Преобладающая онтогенетическая группа	Общая плотность, особей на 1 м^2	Тип популяции
1	*Hedysarum razoumowianum*	2045	зрелая генеративная	2,6	зрелая
2	*Medicago cancellata*	248	молодая генеративная	1,1	зреющая
3	*Oxytropis hippolyti*	214	зрелая генеративная	2,3	переходная
4	*Iris aphylla*	73	виргинильная	0,8	молодая
5	*Fritillaria ruthenica*	520	зрелая генеративная	3,3	зрелая
6	*Tulipa schrenkii*	670	зрелая генеративная	5,4	зрелая
7	*Cephalanthera rubra*	125	старая генеративная	1,1	стареющая
8	*Cypripedium calceolus*	56	старая генеративная	0,5	стареющая
9	*Orchis ustulata*	44	старая генеративная	0,3	стареющая
10	*Globularia punctata*	1240	зрелая генеративная	4,5	зрелая
11	*Stipa pulcherrima*	580	зрелая генеративная	2,5	зрелая
12	*Stipa zalesskii*	320	зрелая генеративная	1,9	зрелая
13	*Pulsatilla pratensis*	316	старая генеративная	2,2	зрелая

Среди обследованных популяций низкая численность особей характерна для представителей орхидных (*Cephalanthera rubra, Cypripedium calceolus, Orchis ustulata*) и *Iris aphylla*, причем как общая численность для региона, так и численность особей в конкретных местах произрастания. Средняя численность в локалитетах отмечена для *Medicago cancellata, Oxytropis hippolyti, Pulsatilla pratensis, Fritillaria ruthenica, Tulipa schrenkii, Stipa pulcherrima, Stipa zalesskii,* однако они имеют ограниченное число мест произрастания, в связи с чем общая численность для региона не высокая, особенно у указанных представителей семейства бобовых. Достаточно высокой численностью особей в известных локалитетах характеризуются *Hedysarum razoumowianum* и *Globularia punctata*.

Преобладающей онтогенетической группой в популяциях обследованных представителей редкой флоры в основном является зрелая генеративная (у 7 видов – *Hedysarum razoumowianum, Oxytropis hippolyti, Fritillaria ruthenica, Tulipa schrenkii, Globularia punctate, Stipa pulcherrima, Stipa zalesskii*); у 4 видов (*Cephalanthera rubra, Cypripedium calceolus, Orchis ustulata, Pulsatilla pratensis)* усредненные спектры популяций показывают на высокую долю старых генеративных растений. Только для *Medicago cancellata* в эти годы отмечается тенденция к омоложению популяций, в которых преобладают молодые генеративные особи, хотя ранее в основном отмечались популяции с преобладанием старых и зрелых генеративных растений. Виргинильная группа особей является преобладающей у *Iris aphylla*. Усредненный спектр не показывает всё разнообразие структуры популяций, а этому вопросу должно быть уделено повышенное внимание в связи с важностью оценки вида и его популяций в области по этому критерию.

Наименьшая общая плотность особей зарегистрирована в популяциях *Iris aphylla, Cypripedium calceolus, Orchis ustulata.* В обследованных популяциях наибольшая плотность отмечена для популяций *Tulipa schrenkii, Globularia punctata.* Однако средние показатели плотности растений для популяций, где можно осуществлять ценопопуляционные исследования и получить репрезентативные данные, не могут отразить реальные показатели численности и плотности особей изученных видов растений. Реально в случае полного учета особей в известных локалитетах эти показатели будут значительно меньше.

Заключение. Оценка популяций по критерию «дельта-омега» показала, что в большинстве случаев популяции изученных видов в Самарской области и сопредельных

регионов относятся к зрелому типу. Стареющими считаются популяции орхидей, однако это может быть связано с недостаточно полным учетом особей начальных стадий онтогенеза. Зреющая популяция выявлена у *Medicago cancellata*, переходная – у *Oxytropis hippolyti*, молодая – у *Iris aphylla*.

Популяционные исследования показывают на необходимость более четкого соблюдения мер охраны таких видов, как *Oxytropis hippolyti, Iris aphylla, Cephalanthera rubra, Cypripedium calceolus, Orchis ustulata.*

Список литературы

1. Проект Приказа Министерства природных ресурсов и экологии РФ «Об утверждении объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации» (подготовлен Минприроды России 03.04.2023).

2. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М., 2008. 885 с.

3. Глотов Н.В. Об оценке параметров возрастной структуры популяций растений // Жизнь популяций в гетерогенной среде. Йошкар-Ола: МарГУ, 1998. Ч. 1. С. 146-149.

4. Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. Т. 32, № 1. С. 3-7. [Zhivotovsky L.A. Ontogenetic states, effective density, and classification of plant populations // Rus. J. Ecol. 2001. Vol. 32. P. 1-5].

5. Животовский Л.А. О типизации ценопопуляций растений по онтогенетическим спектрам // Сиб. экол. журн. 2023. Т. 30. № 3. С. 227-237. [Zhivotovsky L.A. Typification of plant populations on the basis of their ontogenetic spectra // Contemporary Problems of Ecology. 2023. Vol. 16. N 3. P. 265-273].

6. Животовский Л.А. О типизации ценопопуляций растений по онтогенетическим спектрам // Сибирский экологический журнал. 2023. № 3. С. 227-237. DOI: 10.15372/SEJ20230301.

7. Животовский Л.А., Османова Г.О. Популяционная биогеография растений. Йошкар-Ола: Типография «Вертикаль», 2019. 128 с.

8. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. 224 с.

9. Заугольнова Л.Б. Типы возрастных спектров нормальных ценопопуляций растений // Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / ред. А.А. Уранов, Т.И. Серебрякова. М.: Наука, 1976. С. 81-92.

10. Османова Г.О., Животовский Л.А. Онтогенетический спектр как индикатор состояния ценопопуляций растений // Известия РАН. Сер. биол. 2020. № 2. С. 144-152. [Osmanova G.O., Zhivotovsky L.A. The ontogenetic spectrum as an indicator of the status of plant populations // Biol. Bull. 2020. Vol. 47. P. 141-148].

11. Рысин Л.П., Казанцева Т.Н. Метод ценопопуляционного анализа в геоботанических исследованиях // Бот. журн. 1975. Т. 60. № 2. С. 199-209.

УДК 631.874:551.41
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-513-517

ЦЕЛИНА СКВОЗЬ ВРЕМЯ И ГОДЫ

VIRGIN FELINA THROUGH TIME AND YEARS

Илюшкина О.В.
Ilyushkina O.V.

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», Симферополь, Россия
Federal State Budget Scientific Institution "Research Institute of Agriculture of Crimea", Simferopol, Russia

E-mail: olga-cheboha@mail.ru

Аннотация. В статье представлены сведения по истории освоения целинных земель в период СССР. Взгляд сквозь эпоху на происходящие тогда изменения и реформы, которые послужили началу «земледельческой революции». В 1954 г. началось освоение необжитых территорий страны, так как начали вводить земельные массивы, пригодные под распашку и посев сельскохозяйственных культур. На пустовавших вечно землях выросли целые земледельческие районы, данный проект объединил все союзные страны советского периода. Тысячи добровольцев переселялись и обживали новые территории, работали, трудились и создавали прочный фундамент продовольственной безопасности страны. Освоение целины потребовало значительных капитальных вложений, но за 1954-1960 гг. было введено в оборот порядка 41,8 млн га пашни и к 1960 г. валовый сбор зерна составил 58,7 млн тонн. Поспешные решения по распашке земель отвальными плугами привели к нарушению естественных условий биогеоценоза степных районов, данная ошибка привела к серьезнейшим последствиям в виде ветровой эрозии. Большой вклад в устранение данных последствий внес институт ВНИИЗХ, под непосредственным руководством академика А.И. Бараева. Научно-технические разработки к 1988 году широко использовались хозяйствами стран СССР и внедрены на площади около пятидесяти миллионов гектар.

Ключевые слова: Целина, зерно, введение в оборот, пашня, земледелие, степные территории.

Abstract. The article presents information on the history of the development of virgin lands during the USSR period. A look through the era at the changes and reforms taking place at that time, which served as the beginning of the "agricultural revolution". In 1954, the development of uninhabited territories of the country began, as they began to introduce land masses suitable for plowing and sowing agricultural crops. Entire agricultural regions grew up on lands that were forever empty; this project united all the allied countries of the Soviet period. Thousands of volunteers moved and settled in new territories, worked, labored and created a solid foundation for the country's food security. The development of virgin lands required significant capital investments, but in 1954-1960. About 41.8 million hectares of arable land were put into circulation and by 1960 the gross grain harvest amounted to 58.7 million tons. Hasty decisions to plow the land with moldboard plows led to a violation of the natural conditions of the biogeocenosis of the steppe regions; this mistake led to serious consequences in the form of wind erosion. The Institute of All-Russian Research Institute of Agriculture, under the direct supervision of Academician A.I., made a great contribution to eliminating these consequences. Baraeva. By 1988, scientific and technical developments were widely used by the farms of the USSR countries and were introduced over an area of about fifty million hectares.

Key words: Virgin land, grain, introduction into circulation, arable land, agriculture, steppe territories.

Неосвоенные степные районы страны исторически привлекали своим величием и бескрайними просторами. В декабре 1920 г. на восьмом Всероссийском съезде Советов Владимир Ильич Ленин сделал акцент на том, что в Западной Сибири по реке Урал и в других уголках страны «…есть громадная площадь первоклассной земли, недоступная для нас». Неиспользуемый фонд земли по каким-либо причинам при его освоении может стать фундаментом экономики за счет расширения площадей земледелия и повышения производства [1].

Вовлеченная сначала в революционные потрясения, затем в процессы коллективизации и в годы военных испытаний, страна не обращала свое внимание на эти стратегические для экономики сельского хозяйства резервы.

В своих докладах Н.С. Хрущев обозначил необходимость дальнейшего увеличения производства зерна в стране и об освоении целинных земель. В 1954 г. на Пленуме ЦК КПСС обобщили предложения республик, краев, областей и приняли постановление «О дальнейшем увеличении производства зерна в стране и освоении целинных и залежных земель». На пленуме

была поставлена важная задача освоения 13 млн га новых земель в Казахстане, Сибири, Поволжье, Урале. Нужно учесть и то, что производство зерна должно быть полностью механизированным, что позволит проводить агротехнологические мероприятия в лучшие агрономические сроки и при надлежащем качестве. «Земледельческая революция» проводилась силами действующих совхозов и МТС, а также путем создания новых совхозов, каждый участок производительно использовался в интересах улучшения жизни людей [2].

Для введения в оборот новых земель прежде всего учитывались такие факторы как уровень плодородия и доступность земель, удаленность их от населенных пунктов. На удаленных участках создавали тракторные отряды (МТС) в составе 2-4 бригад. В 1954 году на эти цели выделилось более 120 тыс. тракторов, 10 тыс. комбайнов, необходимое количество плугов, культиваторов, дисковых борон, сеялок и др. машин и оборудования. Идеология того времени четко понимала, что техника без людей, без кадров – мертва. Предварительные расчеты показывали, что необходимо привлечь около 70 тыс. человек, из них 30 тыс. комбайнеров и трактористов. Проблема еще заключалась в том, что в малонаселенные уголки страны требовалось привлекать специалистов из других регионов, важно подобрать квалифицированных директоров, главных инженеров и главных агрономов, имеющих большой опыт практической работы и доказавших свою способность руководить крупными хозяйствами [3].

Поэтому партия обратилась с призывами по освоению целинных земель к механизаторам сельского хозяйства, комсомольцам и молодежи страны. В результате на освоение целинных земель направлена большая группа организаторов сельскохозяйственного производства, руководящих партийных и советских работников. На целину шли тысячи поездов с сельскохозяйственной техникой, строительными материалами, продовольственными товарами. Одновременно шли эшелоны первопроходцев по освоению необжитых целинных территорий.

Первый год освоения целины принес не 13 млн распаханных земель, а 19 млн га. В 1954 году помимо распаханных угодий еще было создано 90 новых совхозов, которые первоначально располагались вдоль автотрассы и железной дороги. Первый год освоенной целины дал поистине щедрый урожай, но местные зернохранилища вмещали не более 3 млн тонн зерна. В своем издании Л.И. Брежнев описывает «…В 1954 году впервые в своей истории Казахстан засыпал в закрома родины почти 250 млн пудов зерна или 7,65 млн тонн». Воодушевленные таким успехом руководящие органы запланировали на 1955 год освоение новых степей, но эти степи уже уходили в глубь имеющихся территорий. К вновь созданным тогда 90 совхозам, в следующем году планировалось создать еще 250. Однако 1955 год оказался не урожайным, засушливые вегетационные условия взяли верх над стараниями людей, и битва за урожай была проиграна, но на тот период уже было освоено порядка 27 млн га целинных земель, в этот год собрали всего лишь 4,75 млн т. Зерна [4].

Работы было много, приходилось с нуля сразу на практике изучать сроки сева, глубину заделки семян, нормы высева, способы обработки почвы, а также правильную технологию уборки урожая, при которой сохраняется основная масса зерна, убранная с полей. Самые серьезные испытания ожидали первоцелинников, в период, когда появились пыльные бури. Оголенная земля при сильных порывах ветра превращалась в настоящие черные земляные вихри, пыль столбом стояла такая что на улицу было выйти невозможно.

В трудах Л.И. Брежнева описан тот момент, когда ему пришлось обратиться за советом к Терентию Семеновичу Мальцеву, его бесценный практический опыт помог решить ряд проблем для борьбы с сорняками используя пары, сеять в поздние сроки после того как овсюг взойдет, для борьбы с эрозией свести обработку степей до минимума и для поднятия целины использовать безотвальные орудия. Именно благодаря трудностям в освоении целины стали более обширно изучать опыт передовых хозяйств, повсеместно создавать научные учреждения, перед которыми на основании отечественного и мирового опыта ставили задачу решения проблемы эрозии почв. Именно в этот период огромный вклад в развитие почвозащитного земледелия внес академик А.И. Бараев, он доказал важность – малого орошения паров [5].

В дальнейшем Л.И. Брежнев в своем произведении «Целина» (1979 г.) писал: «… В 1940 году было 18 процентов паров. Для нашей зоны пары – это основа земледелия. Кроме того, хочу сказать о многолетних травах. Я имею в виду районы, подверженные ветровой эрозии. Там мы должны пойти на севооборот с более длительной ротацией и ввести травы как закрепитель почвы. В расчетах этот момент не учитывается. Надо наряду с мальцевским севооборотом иметь и севообороты с многолетними травами. (диалог) тов. Брежнев: Дело хорошее... Но какая люцерна будет в этом году, скажем, у павлодарцев? Ни трав, ни закрепления. (диалог) тов.

Андрианова: Там травами не занимаются, а придется. Иначе в области эрозия будет такой, какой она нигде не была. Ветровая эрозия станет у нас страшным бичом, если уже сейчас не начнем защищаться…» [6],

Почему произошло уменьшение площадей, отводимых под пары и многолетние травы, можно понять прочитав доклад Н.С. Хрущева (1954 г.), которому на тот момент важно было получить как можно больше зерна и прибыли. Далее приведена цитата из доклада: «…с 1940-1953 гг. общие посевные площади увеличились на 6,8 млн га, при этом посевы зерновых сократились на 3,8 млн га. Так по Украинской ССР посевы зерновых сократились на 1,1 млн га, в районах Поволжья на 924 тыс. га, в центрально-черноземных областях на 713 тыс. га, районах Северного Кавказа на 309 тыс. га. Это произошло за счет посевов многолетних кормовых культур… Вильямс – большой ученый. Но некоторые его последователи не учитывают, что его учения подходят для центрального нечерноземья, а не для юга… Клевер, например, в увлажненной нечерноземной зоне дает высокие урожая и он является прекрасным предшественником для льна. Значит там его и нужно применять. Однако ученики и последователи Вильямса стараются внедрить его систему там, где не нужно…» [2].

Если вспомнить еще тот факт, что, когда зашел разговор о поднятии целинных земель в степях Казахстана (февральско-мартовский пленум 1954 г.), Жумекен Шаяхметов высказался против распашки малогумусных почв, которые на первый взгляд кажутся плодородными, а лучше заняться животноводством, чем исторически занималось население степей. Однако Н.С. Хрущев принял его доводы неискренними и решил Ж. Шаяхметова отстранить от занимаемой должности [7, 8].

Академиком А.И. Бараевым и учеными ВНИИЗХ, были разработаны мероприятия по рациональному использованию пашни для выращивания ценных в хозяйственном отношении продовольственных и кормовых культур, помимо этого доказана эффективность мероприятий, направленных на улучшение естественных пастбищ и сенокосов, с целью увеличения их продуктивности и максимального сбора кормовых для кормления животных [8].

Впоследствии став директором нового научного центра – Казахстанского института зернового хозяйства А.И. Бараев создал самое крупное опытное хозяйство, площадь пашни которого составило 35 тыс. га, под его руководством разрабатывались почвозащитные орудия, при институте создали крупный отдел механизации. Знаменитый трактор К-700 был создан при непосредственном участии А.И. Бараева. Почвозащитная система земледелия стала набирать обороты и уже к 1988 году ее применяли на площади 50 млн га [9].

Несмотря на экономические просчеты, весомые затраты направленные из бюджета страны, поднятие целины послужило началу развития научных основ почвозащитного земледелия. В научном издании А.И. Бараева приводиться статистика по увеличению урожайности зерновых культур в условиях производства по различным областям Казахстана и Алтайскому краю. Далее в *таблице 1* представлены данные в средним по областям.

Таблица 1

Средняя урожайность зерновых культур в зависимости от внедрения почвозащитной системы земледелия, ц/га [9, стр. 276]

Область, район, хозяйство	До внедрения системы	В начале внедрения	При внедрении основных ее элементов	
	1961-1965 гг.	1966-1970 гг.	1969-1973 гг.	1971-1973 гг.
Целиноградская область (в среднем)	6,1	8,2	10,77	11,9
Опытное хозяйство ВНИИЗХ	11,5	13,9	17,7	18,6
Кокчетавская область (в среднем)	6,0	9,5	12,0	13,7
Алтайский край	7,0	9,9	15,1	18,2

Представленные данные свидетельствуют о том, что в засушливых условиях степей при проведении соответствующих мероприятий урожайность может увеличиться практически в два раза. Первые шаги (1966-1970 гг.) по внедрению почвозащитных технологий уже давали прибавку на уровне 2-3 ц/га, а уже через 8 лет (1971-1973 гг.) системных мероприятий

урожайность степей в условиях Казахстана доходила до 11,9-13,7 ц/га, в то время как в Алтайском крае данные технологии дали возможность увеличить урожайность до 18,2 ц/га [8].

Однако данные цифры были получены только годы спустя после освоения целины, начатой в 1954 году. Освоение целинных земель шло быстрыми темпами и уже к 1960 году было введено в оборот порядка 41,8 млн га новой пашни, в том числе: 25,4 млн га в Казахстане, 2,9 млн га в Алтайском крае, 1,8 млн га в Оренбургской области, 1,5 млн га в Новосибирской области, 1,4 млн га в Омской области, 1,3 млн га в Красноярском крае. Однако к 1965 году урожайность хлебов резко упала, не могли собрать на продовольственные нужды страны даже стратегически безопасного объема зерна. Известный факт, то что уже с 1963 года СССР пришлось закупать зерно за границей, и с тех пор данная практика стала регулярной [8, 10, 12].

Пройденный этап по освоению целины в период правления Н.С. Хрущева, стал началом большого пути к научно-техническому прогрессу, Опыт показал, что резерв нашей необъятной родины в развитии сельского хозяйства просто колоссальный, введение земель степных районов, неосвоенных территорий имеет большой потенциал, который можно использовать на основе дальнейшего внедрения современных технологий, за счет более полного применения достижений науки и передового опыта.

Рост производства продукции сельского хозяйства – зерна, молока, мяса, шерсти возможен в результате оснащения хозяйств современной техникой и научно-техническими разработками.

Есть и еще один не маловажный фактор, целина дала толчок к появлению новых жилых территорий за 1954-1966 гг. было создано порядка 1349 совхозов оснащенных высокопроизводительной техникой и квалифицированными кадрами. Это было возможно за счет внедрения обширной программы по капитальному строительству, за эти годы было введено в эксплуатацию более 25 млн квадратных метров общей площади жилых домов. В начальные периоды освоения целины были трудности, особенно в Казахских степях людям приходилось жить в палатках. Острая проблема в степи – это отсутствие лесных массивов и кирпичных заводов, строительные материалы неоткуда было брать, в своей книге Л.И. Брежнев упоминает о том, что пришлось обратиться к руководителям ряда республик; «…и надо сказать, что нам хорошо помогли; кирпич пошел из Армении, Грузии, Эстонии и многих других союзных республик». О том, что целину осваивала вся страна, говорят и названия совхозов – «Московский», «Ленинградский», «Минский», «Киевский», «Днепропетровский», «Армавирский», «Воронежский» и многие другие…» Отдельные люди, поселения, города и целые страны сплотились во круг одной идеи пополнить зерновые запасы страны [6, 12].

Выбранный путь страны по развитию сельского хозяйства и освоению новых территорий на первый взгляд кажется правильным, но допущенные недочеты со стороны вышестоящего руководства, о которых докладывал академик А.И. Бараев, привели к таким серьезным ошибкам как: эрозия почвы, неподготовленные условия для транспортировки и переработки зерна, несвоевременно подготовленные землеустроительные планы, которые и привели к негативным последствиям в виде недобора зерна из-за низких урожаев.

Из этого можно сделать вывод, что в первую очередь необходимо научное обоснование принимаемых постановлений, а при разработке масштабных проектов отталкиваться от рекомендаций ученых и передовых хозяйств. Земледелие не терпит шаблонности, к новым территориям требовался особенный подход. Если бы институт, возглавляемый А.И. Бараевым, работал по заданию правительства до знаменательного февральского пленума 1954 года, можно было бы избежать экологических бедствий в виде масштабной эрозии почв от господствующих в пустынных степях ветров. Необходимо так же отдать должное А.И. Бараеву, который не боялся перед вышестоящим руководством отстаивать свою точку зрения и говорить о недочетах в их действиях и работе, ведь он как директор института понимал ту ответственность, которая ложится на его плечи. Эта ответственность заключалась не только в организации работы вверенного ему института, а прежде всего перед целинными землями, которые требуют заботы и бережного отношения к себе. Таким образом, как директор ВНИИЗХ А.И. Бараев показал, что больших успехов можно достичь только тогда, когда сам углубленно занимаешься научными исследованиями внедряя свои знания, объединяя институты, агроинженерные предприятия по выпуску сельскохозяйственной техники для решения поставленных задач [11].

Научным учреждениям необходимо более углубленно заниматься полевыми исследованиями различного направления, которые не ограничиваются минимальными площадями, чтобы внедрить ту или иную технологию нужно ее проверять на практике, а в

некоторых случаях и на больших пространственных территориях. Прежде чем давать рекомендации производству нужно детально изучить и проанализировать полученные практические результаты. При этом научные исследователи должны исходить из принципа объективность, точность и правильность полученных выводов. «Один опыт я ставлю выше, чем тысячу мнений, рожденных только воображением» (Ломоносов М.В., 1739 г.).

Список литературы

1. Ленин В.И. Полное собрание сочинений. Изд. пятое. Т. 50. М.: Изд-во политической литературы, 1970. 622 с.

2. Хрущев Н.С. О дальнейшем увеличении производства зерна в стране и об освоении целинных и залежных земель. Якутск, 1954. 49 с.

3. Пальгов Н.Н. Там, где поднимается целина. М., 1955. 43 с.

4. Брежнев Л.И. Великий подвиг партии и народа, речь на торжественном заседании в Алма-Ате, посвящ. 20-летию освоения целины. М., 1974. 31 с.

5. Брежнев Л.И. Вопросы аграрной политики КПСС и освоения целинных и залежных земель Казахстана, речи и доклады. 2-е изд. М., 1974. 358 с.

6. Брежнев Л.И. Целина. М.: Молодая гвардия, 1979. 80 с.

7. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс] / https://ru.wikipedia.org/wiki/Освоение целины.

8. Андреенков С.Н. «Целинный проект» и развитие зернового хозяйства Западной Сибири в середине 1950-х – начале 1960-х годов // Исторический ежегодник / ред. С.А. Красильников. Новосибирск: СО РАН, 2007. 257 с.

9. Бараев А.И. Почвозащитное земледелие. М.: «Колос», 1975. 298 с.

10. Пути интенсификации сельского хозяйства целинных районов: научные труды / Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина; ред. И.С. Шатилов. М.: Колос, 1976. 544 с.

11. Кручина Н.Е. А хлеб остается хлебом: к 25-летию освоенной целины. М.: Колос, 1979. 223 с.

12. Большая Советская энциклопедия в тридцати томах. Т. 28. Франкфурт – Чага / гл. ред. А.М. Прохоров. 3-е изд. М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1978. 615 с.

УДК 556.182.338
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-518-522

РАЗВИТИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ЭКОСИСТЕМНОМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ В ЮЖНЫХ РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

DEVELOPMENT OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES FOR ECOSYSTEM WATER USE IN THE SOUTHERN REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Исаева С.Д.[1], Дедова А.А.[2]
Isaeva S.D.[1], Dedova A.A.[2]

[1]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова»
(ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н Костякова»), Москва, Россия

[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет по землеустройству» (ФГБОУ ВО ГУЗ), Москва, Россия

[1]All-Russian Research Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov (VNIIGiM), Moscow, Russia

[2]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "State University of Land Use Planning" (SULUP), Moscow, Russia

E-mail: isaeva7sofia@yandex.ru, alena.zhe@bk.ru

Аннотация. Эффективное использование и управление водными ресурсами в условиях климатических изменений в южных регионах Российской Федерации, которые подтверждаются динамикой показателей тепло- и влагообеспеченности, становятся необходимой мерой для обеспечения устойчивости сельского хозяйства. Существующий дефицит водных ресурсов делает необходимым переход на экосистемное водопользование, предполагающее рациональное использование водных ресурсов для орошения при соблюдении ряда экологических ограничений. Для совершенствования и оптимизации интегрального управления мелиоративно-водохозяйственными комплексами разного иерархического уровня перспективно использование цифровых технологий. Цель работы − создания экспертной системы информационно-аналитической поддержки принятия решений по управлению мелиоративно-водохозяйственным комплексом с использованием геоинформационных и веб-технологий. Во ВНИИГиМ разрабатывается экспертная информационно-аналитическая система и ее воплощение в геоинформационную веб-систему поддержки принятия решений по интегральному управлению мелиоративной системой на примере Сарпинской обводнительно-оросительной системы (СООС) в Республике Калмыкия.

Ключевые слова: водные ресурсы, мелиоративно-водохозяйственный комплекс, геоинформационные технологии, веб-система, интегрированное управление.

Abstract. Effective use and management of water resources in the context of climate change in the southern regions of the Russian Federation is becoming a necessary measure to ensure the sustainability of agriculture. The existing shortage of water resources makes it necessary to switch to ecosystem-based water use, which involves the rational use of water resources for irrigation while observing a number of environmental restrictions. The use of digital technologies is promising for improving and optimizing the integrated management of land reclamation and water management complexes of different hierarchical levels. The goal of the work is to create an expert system of information and analytical support for decision-making on the management of the reclamation and water management complex using geoinformation and web technologies. VNIIGiM is developing an expert information and analytical system and its implementation into a geoinformation web-based decision support system for the integral management of the reclamation system using the example of the Sarpinskaya watering and irrigation system in the Republic of Kalmykia.

Key words: water resources, land reclamation and water management complex, geoinformation technologies, web system.

Введение. Рациональное использование и управление водными ресурсами в условиях текущих климатических подвижек становится необходимой мерой для обеспечения продовольственной безопасности России. В последние десятилетия происходят изменения тепло- и влагообеспеченности южных регионов Российской Федерации: Нижнего Поволжья, российской части бассейна Урала, юга Западной Сибири. Проведенные во ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова исследования подтвердили, что в вегетационный период прослеживаются явные тенденции сокращения увлажненности территории на юге страны, наблюдаются рост

среднегодовых температур воздуха, аномальные отклонения температуры и атмосферных осадков от нормы. Особые проблемы вызывает наличие вододефицита. При этом в регионах существует значительный физический износ мелиоративных систем, достигающий 80 и более % [1]. Таким образом, происходит усложнение условий ведения сельского хозяйства, т.к. увеличиваются климатические риски, велики риски технические, существует миграция населения, определяющая социальные риски.

Принципы экосистемного водопользования. В условиях неопределенности, связанных с рисками, принятие решений, необходимых для обеспечения стабильности ведения сельского хозяйства в южных регионах страны, должно опираться на надежное научно-методическое обоснование с учетом накопленного практического опыта. При этом существующий в степной и полупустынной зонах дефицит водных ресурсов для орошения делает необходимым переход на экосистемное водопользование, предполагающее соблюдение определенных принципов экосистемного водопользования, а именно:

– рассмотрение водного бассейна как единой водобалансовой системы;

– обязательность соблюдения экологических ограничений;

– развитие комплексного экологического мониторинга, контроля и учета используемой и отводимой воды;

– водопользование базируется на плановом развитии и ведении водохозяйственной деятельности;

– процесс обеспечения экосистемного водопользования осуществляется последовательно и неуклонно на всех иерархических уровнях водохозяйственных систем в границах речных бассейнов и на всех этапах технологического процесса водопользования;

– повышение эффективности функционирования гидромелиоративных систем за счет своевременного ремонта и модернизации, применения экологически безопасных и экономически эффективных технологий, конструкций, техники;

– обеспечение благоприятного экологического состояния мелиорированных земель.

Для реализации принципов экосистемного водопользования, как основы для эффективного использования водных ресурсов, необходимо совершенствование управления мелиоративно-водохозяйственным комплексом. При обосновании решений возможно использование современных информационных и цифровых технологий, математического моделирования и программного обеспечения, а при их реализации − новых технических решений, производственных и строительных технологий, конструкций и материалов и т.д. В целом, необходим переход на новый технологический уровень управления, подразумевающий широкое применение цифровых и геоинформационных технологий в процессе обоснования и принятия решений. Такой технологический подход повышает надежность и обоснованность принимаемых решений, что способствует устойчивости ведения орошаемого земледелия в условиях неблагоприятных климатических изменений [2, 3].

В основе управления мелиоративно-водохозяйственным комплексом находится Система обоснования и принятия решений. Такая система должна опираться на надежную исходную информацию, ее анализ, прогнозы возможных изменений с учетом предполагаемых сельскохозяйственных и водохозяйственных воздействий и оценки экологических, социальных и экономических рисков, а также на решение задач по оптимизации использования земельных, водных и иных ресурсов. При этом управление должно быть интегрированным, направленным на параллельное обеспечение надежной работы гидротехнических сооружений (ГТС) мелиоративных систем, необходимых объемов водных ресурсов для орошения, а также благоприятного мелиоративного состояния земель, что в сочетании определяет эффективность мелиоративно-водохозяйственного комплекса. Соответственно должны приниматься синхронизированные решения по управлению всеми компонентами мелиоративно-водохозяйственного комплекса: ГТС, мелиорированными землями, водными объектами (водоисточниками и водоприемниками) [3].

Материалы и методы исследований. Во ВНИИГиМ разрабатывается экспертная информационно-аналитическая система, представляющая собой геоинформационную веб-систему поддержки принятия решений по интегрированному управлению мелиоративной системой. Исследования проводятся на примере Сарпинской обводнительно-оросительной системы (СООС) в Республике Калмыкия. Сформированная система позволяет адаптировать ее для принятия решений не только на локальном, но и региональном уровне управления мелиоративно-водохозяйственным комплексом (речной бассейн, административная

территориальная единица). В этом случае возможно сопряжение решений, принимаемых на разных уровнях, в систему комплексных мероприятий.

Цель создания экспертной информационно-аналитической системы – поддержка принятия решений по управлению мелиоративно-водохозяйственным комплексом на основе цифровых технологий. Разрабатывается программный продукт с использованием геоинформационных и веб-технологий для обеспечения сбора, хранения, пополнения необходимой информации, ее предоставления, а также сужение области поиска рационального управленческого решения исходя из результатов исследований и повышение его обоснованности. Цифровые технологии в случае управления сложными системами, примером которых является мелиоративно-водохозяйственный комплекс (МВК), во многом облегчают и оптимизируют технологию управления, поскольку позволяют собирать и оперировать большими объемами исходной информации, обеспечивают оперативность их анализа, сопоставления и принятия решений [4-7].

Результаты исследований и их обсуждение. В настоящее время выполнен этап комплексных исследований по созданию алгоритмов и элементов цифровых технологий для разработки структуры и компонентов многоуровневой системы информационно-аналитической поддержки принятия решений по интегрированному управлению водными ресурсами в сельскохозяйственных мелиорациях.

В основу разработок были положены многолетние методические и натурные исследования ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова по экосистемному водопользованию, управлению водохозяйственным комплексом страны, контролю мелиоративного состояния орошаемых и осушенных земель, комплексному экологическому мониторингу мелиоративных систем, мелиорируемых земель, водных объектов, используемых при орошении земель, развитию IT-технологий и др. [5, 8-10]. Ведение комплексного экологического мониторинга позволяет контролировать соблюдение основных принципов экосистемного водопользования в орошаемом земледелии.

Ведение мониторинга, в первую очередь, включает:

– контроль технического состояния гидротехнических сооружений;

– контроль объемов и химического состава воды водоисточников и водоприемников;

– контроль эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель и прилегающих территорий (режим грунтовых вод, динамика почвенных процессов).

В общем случае в комплексный экологический мониторинг входит также сценарный прогноз динамики показателей контролируемых систем, обоснование принимаемых решений. Для создания веб-Гис-системы функции комплексного экологического мониторинга расширены, что позволило сформировать информационно-аналитическую систему поддержки принятия решений.

В задачи исследований входили:

– разработка алгоритма многоуровневой информационно-аналитической системы поддержки принятия решений по интегрированному управлению мелиоративно-водохозяйственным комплексом как основы, разрабатываемой веб-ГИС-системы;

– сбор и систематизация данных в системе комплексного экологического мониторинга, разработка структуры и базы необходимой исходной информации и базы знаний для веб-ГИС-системы по обоснованию принятия решений по интегрированному управлению СООС в Республике Калмыкия;

– формирование программного состава геоинформационной веб-системы

– разработка основного интерфейса геоинформационной веб-системы;

– разработка веб-ГИС-системы для поддержки принятия решений по управлению водными ресурсами Сарпинской оросительно-обводнительной системы.

Цель исследований, а именно, разработка многоуровневой информационно-аналитической системы, определяет алгоритм геоинформационной веб-системы и ее архитектуру. В результате исследований разработаны и включены в архитектуру следующие подсистемы:

– комплексного экологического мониторинга;

– геоинформационная;

– моделей управления элементами МВК;

– аналитическая;

– решения оптимизационных задач.

Данные мониторинга поступают и систематизируются в блоке комплексного экологического мониторинга, дополняются данными ДДЗ в геоинформационной подсистеме. Для анализа ситуации возможно построение интерактивных веб-карт, содержащих показатели состояния и развития ситуации при водопользовании в пределах оросительно-обводнительной системы. Дополнительно к указанным выше, собранная информация в разрезе хозяйств включает кадастровые сведения, а также сведения о способах орошения и технике поливов, величинах фактической и потенциальной урожайности, практикующихся дозах вносимых удобрений и др. Поскольку система принятия решений включает аналитическую подсистему, то в подсистеме находятся результаты региональных научных, полевых и лабораторных исследований, систематизируются рекомендации по эффективным агромелиоративным приемам и системам земледелия на мелиорированных землях. Информация систематизируется, хранится в базах данных и иных формах, сопровождаются необходимыми базами знаний.

В подсистеме моделей управления элементами МВК разрабатываются алгоритмы и содержатся программные продукты, необходимые непосредственно для разработки системы предполагаемых решений. В разрабатываемой системе интегрированного управления предполагается использовать стандартные программные продукты и оригинальные, разработанные специально в рамках исследований.

Подсистема моделей и результаты моделирования позволяют найти определенные решения задач управления водными ресурсами и ранжировать результаты. Результаты оцениваются в аналитической подсистеме принятия решений, выбираются те из них, которые могут быть реализованы на объекте управления. Кроме того, в аналитический блок заложена возможность выбора отдельных фермерских хозяйств с целью сравнения эффективности проводимых мелиоративно-водохозяйственных мероприятий, систем земледелия и урожайности культур. Представленная возможность реализуется за счет специальных элементов пользовательского веб-интерфейса. В результате могут быть представлены итоги сравнительного анализа факторов ведения сельского хозяйства, например, доз вносимых удобрений, поливных норм, урожайности культур в виде интерактивных форм и графиков. Окончательное решение принимается по результатам, получаемым в подсистеме решения оптимизационных задач по эффективному использованию водных ресурсов с учетом экологических, экономических, социальных рисков.

Сложность окончательного решения задачи заключается во взаимной увязке в форме программного комплекса исходных данных, решаемых задач, осуществлении взаимодействия моделей и интеграции решений в систему управления мелиоративно-водохозяйственным комплексом, в том числе, на разных иерархических уровнях: от речного бассейна до мелиоративной системы.

Заключение. Сформирована геоинформационная веб-система, предназначенная для совместного решения экологических, технических и эксплуатационных задач при управлении мелиоративно-водохозяйственным комплексом с целью обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства на орошаемых землях. В ближайшей перспективе предстоит интеграция программных модулей в многофункциональную информационно-аналитическую систему, разработка пилотного проекта системы интегрального управления мелиоративно-водохозяйственным комплексом Сарпинской обводнительно-оросительной системы в Республике Калмыкия, апробация системы интегрального управления мелиоративно-водохозяйственным комплексом СООС в Республике Калмыкия.

Список литературы

1. Isaeva S.D., Dedova E.B., Buber A.A. Use of Water Resources for Irrigation in the Southern Regions of Russia // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 666 (4). P. 042020. DOI: 10.1088/1755-1315/666/4/042020.

2. Шевченко В.А. Исаева С.Д., Дедова Э.Б. Новый этап развития мелиоративно-водохозяйственного комплекса Российской Федерации // Вестник Российской академии наук. 2023. Т. 93. № 4. С. 355-361.

3. Шевченко В.А., Исаева С.Д., Дедова Э.Б. Модель принятия решений в инновационных проектах развития сельскохозяйственного водопользования // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. Т. 65. № 2 (386). С. 124-128.

4. Бояркин А. Цифровизация управления: преимущества, технологии, этапы. 2022. URL: https://sales-generator.ru/blog/tsifrovizatsiya-upravleniya/?ysclid=lj78vsigr9332073574 (дата обращения: 31.01.2024).

5. Ильинский А.В., Коломийцев Н.В., Матвеев А.В., Евсенкин К.Н., Корженевский Б.И. Новые способы повышения продуктивности деградированных мелиорированных земель с применением информационных технологий. М.: ВНИИГиМ, 2022. 152 с.

6. Юрченко И.Ф. Концепция развития цифровизации комплексной мелиорации // Аграрная наука. 2022. № 1 (7-8). С. 199-209.

7. Щедрин В.Н., Васильев С.М., Слабунов В.В., Слабунова А.В., Завалин А.А. Подходы к формированию информационной системы «Цифровая мелиорация» // Информационные технологии и вычислительные системы. 2020. № 1. С. 54-64.

8. Коломийцев Н.В., Матвеев А.В. Создание информационно-справочной системы на базе веб-технологий для обоснования выбора технологий восстановления плодородия почв и рекультивации деградированных агроландшафтов // Роль мелиорации в обеспечении продовольственной безопасности. М., 2022. С. 345-352.

9. Ильинский А.В., Матвеев А.В., Евсенкин К.Н. Информационно-справочная Web-система для принятия управленческих решений по повышению продуктивности почв мелиорированных сельскохозяйственных земель // Мелиорация и водное хозяйство. 2021. № 5. С. 15-18.

10. Матвеев А.В., Шабанов Р.М., Дедова Э.Б., Исаева С.Д. Создание экспертной системы на базе геоинформационных и веб-технологий для совершенствования организации управления мелиоративно-водохозяйственным комплексом Республики Калмыкия // Сельский механизатор. 2024. № 2. С. 34-36.

УДК 502:58.01/.07
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-523-529

МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ПРИРОДНОМ РЕЗЕРВАТЕ «БОКЕЙОРДА» И АЩИОЗЕКСКОМ ЗАКАЗНИКЕ

MONITORING AND ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL SITUATION OF PLANT COVER IN THE BOKEYORDA STATE NATURE REZERVAT AND ASHIOZEZKIY STATE NATURE SANCTUARY

Исламгулова А.Ф.[1], Сеняк Е.Н.[2]
Islamgulova A.F.[1], Senyak E.N.[2]

[1]РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции», Алматы, Республика Казахстан
[2]«Казахстанская ассоциация сохранения биоразнообразия», Астана, Республика Казахстан
[1]"Institute of Botany and Phytointroduction", Almaty, Republic of Kazakhstan
[2]"Association for the Conservation of Biodiversity of Kazakhstan", Astana, Republic of Kazakhstan

E-mail: [1]aislamgulova@gmail.com

Аннотация. Государственный природный резерват «Бокейорда» и Ащиозекский зоологический заказник – особо охраняемые природные территории, расположенные в северо-западной части Казахстана, образованы в 2022 году для охраны уральской популяции сайгака. Территории, отведенные под ООПТ, характеризуются длительным периодом освоения – в советский период в северной и центральной части были сельскохозяйственные поля, перешедшие в настоящее время в залежи; значительное поголовье КРС и МРС оказало существенное воздействие на растительный покров, наблюдается деградация в результате перевыпаса; уральская популяция сайгаков значительно увеличилась за последние годы. Все эти факторы повлияли на современное состояние растительного покрова, который находится в разной степени трансформации. Фактический материал, полученный при организации мониторинга, послужит основой для выявления динамики растительного покрова после введения охранного режима и хозяйственного ограничения территории резервата и заказника.

Ключевые слова: ГПР «Бокейорда», Ащиозекский заказник, мониторинг растительного покрова, состояние растительного покрова.

Abstract. The Bokeyorda State Nature Reserve and The Ashchiozeksky Zoological Sanctuary are specially protected natural areas located in the northwestern part of Kazakhstan, organized in 2022 to protect the Ural's saiga population. The territories allocated for protected areas are characterized by a long period of development – during the Soviet period, in the northern and central parts there were agricultural fields, which have now turned into fallow lands; A significant number of cattle and small cattle has had a significant impact on the vegetation cover, and degradation is observed as a result of overgrazing. The Ural's population of saigas has increased significantly in recent years. All these factors influenced the current state of the vegetation cover, which is in varying degrees of transformation. The factual material obtained during the organization of monitoring will serve as the basis for identifying the dynamics of vegetation cover after the introduction of a protective regime and economic restrictions on the territory of the reserve and sanctuary.

Key words: State Nature Reserve "Bokeyorda", Ashchiozeksky sanctuary, monitoring of vegetation cover, state of vegetation cover.

Введение. Государственный природный резерват (далее ГПР) «Бокейорда» и Ащиозекский зоологический заказник – особо охраняемые природные территории (далее ООПТ), расположенные в Западно-Казахстанской области Республики Казахстан. Резерват и заказник образованы в июле 2022 года для охраны уральской популяции сайгака. Резерват состоит из двух участков: «Аралсор» и «Жанакала», расположенные в степной и пустынных зонах. В связи с давним освоением значительной части территории ООПТ, а также с увеличением популяции сайгаков назрела необходимость в мониторинге растительного покрова.

Материалы и методы. Основной метод изучения динамики растительного покрова – мониторинг, подразумевающий регулярное длительное слежение за его состоянием (флорой и растительностью) на постоянных мониторинговых площадках (далее МП). Организация мониторинга, исследуемой территории, была реализована в 2023 году и включала весенние и летние исследования. Всего было заложено 35 МП *(рисунок 1)*, размером 10×10 м с наиболее характерными типами растительных сообществ, выявленных при дешифрировании спутниковых

снимков Sentinel-2. Большинство МП маркированы металлическими столбиками высотой 1,5 м. Несколько МП, расположенные вблизи населенных пунктов или кошар, имеют в качестве ориентира потенциально устойчивые объекты (пень, кусок бетона с арматурой), маркирующие один из углов площадки. Описание растительного покрова площадок проведено с использованием традиционных геоботанических методов [1-4], систематическая принадлежность видов устанавливалась по определителям растений [5, 6], таксономия видов приведена по интернет-ресурсу Plants of the World Online [7], за исключением *Tulipa schrenkii* Regel, название которого приведено согласно Красной книге растений Казахстана [8].

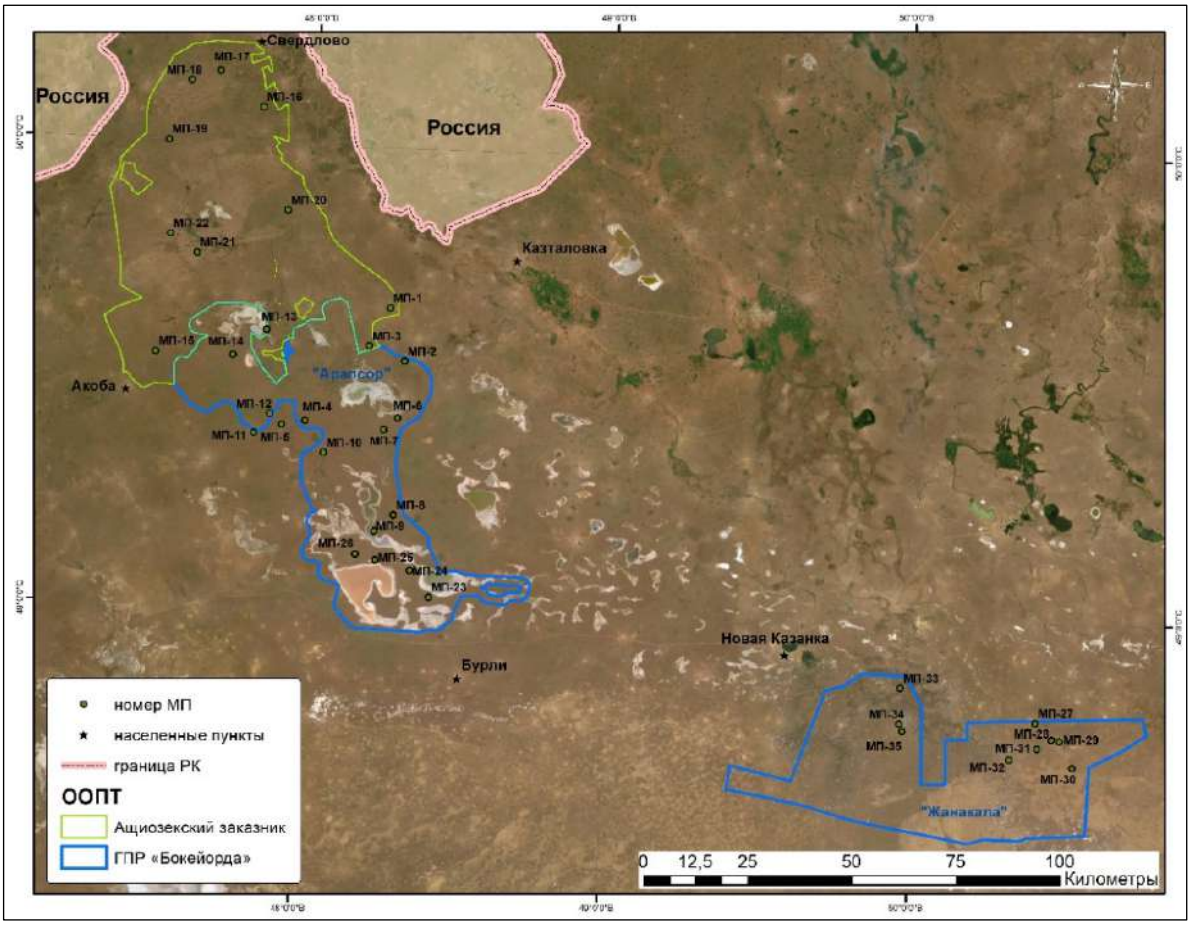


Рисунок 1. Общая схема расположения мониторинговых площадок.

Изучение влияния антропогенных факторов проводилось методом «антроподинамических рядов» [9]. Для выявления антропогенных изменений растительности первоначально устанавливается преобладающий тип антропогенного воздействия – техногенные нарушения, воздействие транспорта, выпас, сенокошение и др. При использовании этого метода сравниваются описания условно «фоновых» (ненарушенные или слабонарушенные) и нарушенных сообществ одного типа на участках, подобранных по сходству местообитаний. Участки подбираются так, чтобы их растительность была нарушена одинаковым образом. Затем эти однотипные сообщества ординируются по убыванию (вплоть до 0) интенсивности антропогенного воздействия данного вида. При этом особое внимание уделялось фиксации видов индикаторов трансформации (сорно-рудеральные виды).

Оценка нарушенности растительного покрова проводилась по пяти градациям [10, 11]. За основные критерии нарушенности растительности приняты изменения: видового состава, фитоценотической роли видов, жизненности, генеративности, габитуса, степени поврежденности побегов, нарушенности дерновин злаков, состояния ветоши, наличие и обилие видов-индикаторов трансформации.

Для каждой МП оформлен паспорт, где отражены: номер площадки, ФИО исполнителя, административное и географическое положение, дата наблюдений, координаты (N, E), высота над ур. м., ландшафт, рельеф, тип почвы, водный режим, общее проективное покрытие (%) (далее

ОПП), название сообщества, доминанты, опад (%), факторы нарушения, следы жизнедеятельности сайгака (навоз, тропы, лежки и пр.), степень трансформации. Необходимо отметить, что на территориях новообразованных ООПТ растительный покров нарушен в разной степени под воздействием как антропогенных факторов (перевыпас, распашка, дорожная дигрессия, кошары, в том числе действующие), так и факторов, относящихся к условно естественным – увеличение популяции сайгаков.

Список видов включает следующую характеристику: фитоценотическая роль вида, обилие (по шкале Друде), проективное покрытие (%), средняя высота, фенофаза, жизненность. Особое внимание уделялось популяциям редких и эндемичных видов, если таковые присутствовали. Природоохранный статус видов (редкие, эндемичные) приводится согласно Красной книге растений Казахстана [8]. Паспорт каждой площадки сопровождают фотоснимки, сделанные с разных ракурсов.

Особое внимание при мониторинге необходимо уделять диагностирующим видам и видам, занесенным в Красную книгу, являющиеся индикаторами состояния экосистем. Для исследованной территории выделено 22 диагностирующих вида и отмечено 4 вида, занесенные в Красную книгу [8].

Результаты исследований и их обсуждение. Согласно ботанико-географическому районированию, ГПР «Бокейорда» и Ащиозекский заказник расположены в пределах Евроазиатской степной области, Заволжско-Казахстанской степной провинции, Западно-Казахстанской подпровинции и Сахаро-Гобийской пустынной области, Северотуранской провинции, Прикаспийской подпровинции. В подзонах сухих степей (северная часть Ащиозекского заказника), опустыненных степей (южная часть заказника и ГПР «Бокейорда» участок «Аралсор») и северных пустынь (ГПР «Бокейорда» участок «Жанакала»).

Растительный покров северной части Ащиозекского заказника представлен равнинными сухими степями, которые характеризуются преобладанием дерновинных злаков – *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr.*, S. capillata L., Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin. Под воздействием выпаса и землероев растительный покров трансформирован от слабой до сильной степени. Для мониторинга здесь были заложены две площадки, растительность которых нарушена в слабой степени – МП-17 и МП-19; одна площадка в переходной стадии от слабой степени к средней – МП-18; одна площадка – МП-16, в состоянии средней степени нарушенности; одна площадка – МП-20, в переходной стадии от средней степени к сильной; одна площадка в состоянии сильной (сбой) нарушенности – МП-22. Для мониторинга луговой интразональной растительности была заложена одна площадка МП-21, расположенная на надпойменной террасе притока р.Ащыозек.

Растительность сухих степей, трансформированная в слабой степени, представлена ковылково-типчаковым с полынью (*Festuca valesiaca, Stipa lessingiana, Artemisia austriaca* Jacq.*, A. lercheana* Weber ex Stechm.) и полынково-осоково-дерновиннозлаковым с разнотравьем (*Festuca valesiaca, Stipa lessingiana, S. capillata, Carex stenophylla* Wahlenb.*, Artemisia austriaca, Achillea nobilis* L.*, Silene wolgensis* (Hornem.) Otth.*, Carduus uncinatus* M.Bieb.) сообществами на каштановых почах. Общее проективное покрытие – 65-70 и 80-85%, количество отмеченных видов – 20 и 29 видов, соответственно. Включая виды, занесенные в Красную книгу РК [8] – *Tulipa schrenkii*, *Ornithogalum fischerianum* Krasch. и *Dianthus andrzejowskianus* (Zapal.) Kulcz. Диагностирующими видами являются: *Festuca valesiaca, Stipa lessingiana, S. capillata.* Данные территории используются под выпас сельхоз животных (КРС и МРС), а также зафиксированы следы и помет сайгаков, в связи с чем наблюдается слабая тропинчатость, и сенокос. Растительный покров, нарушенный в переходной стадии от слабой к средней, под воздействием грызунов-землероев и выпаса домашних животных, представлен ковылково-типчаково-осоковыми с полынью (*Carex stenophylla, Festuca valesiaca, Stipa lessingiana. Artemisia austriaca*) сообществами на каштановых почвах, которые образуют сочетания с ромашниковыми (*Tanacetum achilleifolium* (M.Bieb.) Sch.Bip.) фитоценозами на зоогенных буграх. ОПП 65-70 и 25-30%, видовое разнообразие – 17 и 14 видов, включая *Ornithogalum fischerianum*. Диагностирующими видами являются: *Festuca valesiaca, Stipa lessingiana.* Эти территории также характеризуются тропинчатостью. Во время весенних исследований был обнаружен помет сайгаков.

Растительность, нарушенная в средней степени представлена комплексом сообществ – полынно-ромашниковых с пыреем (*Tanacetum achilleifolium, Artemisia pauciflora* Weber ex Stechmann*, A. lercheana, Elymus repens* (L.) Gould), с ОПП – 40-45% и 22 видами, на солонцах с ромашниково-дерновиннозлаковыми (*Stipa lessingiana, Festuca valesiaca, Tanacetum*

achilleifolium) на каштановых солонцеватых почвах, с ОПП – 35-40%, количество видов – 16. Комплексы сочетаются с полынно-злаково-ромашниковыми (*Tanacetum achilleifolium, Artemisia austriaca, Elymus repens*) фитоценозами на зоогенных буграх, с ОПП – 35-40%, количество видов – 10. Диагностирующими видами являются: *Festuca valesiaca, Stipa lessingiana, Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult.*, Elymus repens.* Также выражена тропинчатость и многочисленны следы и помет сайгаков.

Усиление деятельности землероев и пастбищной нагрузки отражается на состояние растительного покрова. Так, переходная стадия от средней к сильной степени трансформации, представлена ковылково-осоковыми (*Carex stenophylla, Stipa lessingiana*) сообществами на каштановых почвах, которые образуют сочетания с ромашниково-эфемероидными с дерновинными злаками (*Ceratocarpus arenarius* L.*, Poa bulbosa* L.*, Tanacetum achilleifolium, Stipa lessingiana, Festuca valesiaca*) фитоценозами на зоогенных буграх. ОПП – 40-45 и 10-15%. Видовое разнообразие – 11 и 12 видов. Диагностирующими видами являются: *Stipa lessingiana, Festuca valesiaca, S. capillata.* Во время исследований данной территории обнаружены многочисленные следы и помет сайгаков.

Территории, находящиеся в сильной степени трансформации (сбой) под воздействием перевыпаса, как правило расположены вблизи ферм, зимовок и поселков. Растительность представлена сорнотравными с полынью австрийской (*Lepidium ruderale* L.*, Ceratocarpus arenarius, Artemisia austriaca, Lappula patula* (Lehm.) Menyh.) сообществами, в весенний период с большим количеством эфемероидов (*Poa bulbosa, Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. & Spach*, E. triticeum* (Gaertn.) Nevski) на каштановых солонцеватых почвах. ОПП значительно варьирует, так во второй декаде мая – 35-40%, а в третьей декаде июля – 10-15%. Всего было отмечено 14 видов. Диагностирующими видами являются: *Artemisia pauciflora, A. lercheana, Tanacetum achilleifolium,* которые присутствуют на МП в единичном обилии. Следов жизнедеятельности сайгаков на таких территориях не обнаружено.

Луговая растительность на территории заказника представлена небольшими площадями. Пырейно-полынно-вострецовые (*Leymus ramosus* (K. Richt.) Tzvelev*, Artemisia santonicum* L.*, Elymus repens*) луга на луговых солончаковатых почвах встречаются на надпойменных террасах временных водотоков. ОПП – 80-85%, видовое разнообразие – 11 видов. Диагностирующими видами являются: *Leymus ramosus, Artemisia santonicum.* Такие территории используются как пастбища для домашних животных и сайгаками, здесь слабо развита тропинчатость – проход к сезонному водопою.

Растительный покров опустыненных степей, в пределах территории заказника, под воздействием выпаса также трансформирован. Для мониторинга растительного покрова была заложена одна площадка, растительность которой нарушена в слабой степени – МП-3. Растительность представлена полынно-дерновиннозлаковыми (*Festuca valesiaca, Agropyron desertorum, Artemisia lercheana*) сообществами на светло-каштановых солонцеватых почах. Общее проективное покрытие – 40-45%, видовая насыщенность – 19 видов, включая единственный экземпляр *Ornithogalum fischerianum.* Диагностирующими видами являются: *Festuca valesiaca, Agropyron desertorum, Stipa lessingiana.*

Для мониторинга восстановительных процессов на залежах была заложена одна площадка – МП-1. Растительный покров представлен дерновиннозлаково-лерхополынными (*Artemisia lercheana, Festuca valesiaca, Stipa lessingiana*) сообществами на светло-каштановых солонцеватых почвах. ОПП – 35-40%, количество видов – 13. Диагностирующими видами являются: *Stipa lessingiana, S. sareptana, Festuca valesiaca.*

Для мониторинга восстановительных процессов на территориях, находящихся в состоянии сильной трансформации под воздействием землероев и выпаса домашних животных, была организована одна площадка – МП-15. 50% территории представлена комплексом типчаково-ромашниковых (*Tanacetum achilleifolium, Festuca valesiaca*) сообществ на светло-каштановых солонцеватых почах, с ОПП – 60-70% и 17 видами, с таволгово-дерновиннозлаковыми (*Stipa lessingiana, Festuca valesiaca, Spiraea hypericifolia* L.) на светло-каштановых почах (10% территории), с ОПП – 75-80%, количество видов – 8. Остальные 50% территории занимают зоогенные бугры с костровыми (*Bromus tectorum* L.) сообществами, с ОПП – до 60% в весенний период и до 10% в летний, при видовом разнообразии – 7 видов. Диагностирующими видами являются: *Festuca valesiaca, Stipa lessingiana, Spiraea hypericifolia.*

Южнее заказника расположена территория ГПР «Бокейорда» участок "Аралсор". На равнинах растительный покров в настоящее время трансформирован от средней до сильной

степени под воздействием выпаса. Для мониторинга зонального растительного покрова было заложено три площадки, растительность которых нарушена в средней степени – МП-4, МП-8 и МП-26; две площадки, растительность которых находится в переходной стадии от средней степени к сильной – МП-7 и МП-14; одна площадка – МП-23, в состоянии сильной нарушенности (сбой).

Растительность, трансформированная в средней степени, представлена типчаково-житняковыми с полынью (*Agropyron desertorum, Festuca valesiaca, Artemisia lercheana*), житняковыми (*Agropyron desertorum*) и полынно-дерновиннозлаковыми (*Festuca valesiaca, Stipa sareptana, Artemisia lercheana*) сообществами на светло-каштановых солонцеватых почвах. ОПП – 30-35%. Видовое разнообразие сообщества насчитывает от 14 до 19 видов высших растений. Здесь встречаются виды, занесенные в Красную книгу РК [8] – *Ornithogalum fischerianum* и *Tulipa biflora* Pall. Диагностирующими видами являются: *Agropyron desertorum, Festuca valesiaca, Stipa sareptana* A.K.Becker. Территории используются не только под выпас домашних животных, в этих местах также отмечены многочисленные следы и помет сайгака.

Переходная стадия (от средней к сильной степени трансформации), представлена ромашниково-типчаковыми с полынью австрийской (*Festuca valesiaca, Tanacetum achilleifolium, Artemisia austriaca*) и полынково-дерновиннозлаковыми (*Festuca valesiaca, Stipa sareptana, Artemisia austriaca*) сообществами на светло-каштановых солонцеватых почвах, образующие комплексы с изенево-ромашниковыми (*Tanacetum achilleifolium, Bassia prostrata* (L.) Beck*, Grubovia sedoides* (Pall.) G.L.Chu) фитоценозами на солонцах. ОПП – 35-40 и 70-75% (20-25% по солонцам). Количество отмеченных видов – 16 и 23 вида, включая *Dianthus andrzejowskianus.* Диагностирующими видами являются: *Festuca valesiaca, Agropyron desertorum, Stipa lessingiana, S. sareptana, Tanacetum achilleifolium.*

Данные территории характеризуются выраженной тропинчатостью, угнетенным состоянием некоторых видов в результате скусывания и вытаптывания. Зафиксированы следы, многочисленный помет, а также пасущиеся стада сайгаков.

Растительный покров, находящийся на стадии сбоя, представлен эбелековыми (*Ceratocarpus arenarius*) сообществами на светло-каштановых солонцеватых почвах. ОПП во второй декаде мая – 60-65%, в третьей декаде июля – 3-5%. Видовая насыщенность – 11 видов. Виды, занесенные в Красную книгу РК [8] в таких сообществах не выявлены. Диагностирующими видами являются: *Tanacetum achilleifolium, Bassia prostrata, Agropyron desertorum,* отмеченные в единичном обилии. Сильно выражена тропинчатость, многочислен помет и следы сайгаков, а также сусликовины.

Для мониторинга восстановительных процессов на залежах были заложены две площадки – МП-2 и МП-12. Вторичный растительный покров представлен типчаково-полынными с ковылями (*Artemisia lercheana*, *Festuca valesiaca, Stipa sareptana, S. lessingiana*) сообществами на светло-каштановых солонцеватых почвах. ОПП – 35-40%, видовое разнообразие – 18-19 видов. Виды, занесенные в Красную книгу РК [8] на залежах не выявлены. Диагностирующими видами являются: *Stipa lessingiana, S. sareptana, Festuca valesiaca.* В настоящее время территория используется как пастбища. Здесь же происходит окот сайги и выявлены многочисленный помет, следы и лежки.

На территории ГПР расположены несколько соровых депрессий – это сор Аралтобе, сор Жалпак, оз. Аралсор, урочище Сорколь, сор Шергазы и сор Батпак. Для этих экосистем характерны галофитнокустарниковые сообщества, образующие экологический ряд, в зависимости от степени засоленности и увлажненности субстрата. Виды, занесенные в Красную книгу РК [8] не выявлены.

На соровых солончаках заложено две площадки, МП-6 у сора Аралтобе и МП-13 в урочище Сорколь. Растительный покров, окаймляющий солончаковую депрессию, представлен сарсазановыми (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb.) сообществами. ОПП составляет 5 и 20-25%, видовая насыщенность – 1 и 9 видов, соответственно. Диагностирующим видом является: *Halocnemum strobilaceum.* Эти экосистемы характеризуются слабой степенью трансформации. Обнаружены следы, помет, а также непосредственно небольшие группы сайгаков.

На соровых террасах растительный покров представлен биюргуново-кокпеково-сведовыми (*Suaeda physophora* Pall.*, Atriplex cana* Ledeb.*, Anabasis salsa* (Ledeb.) Benth. ex Volkens) сообществами на солончаках обыкновенных. Для мониторинга этих экосистем была заложена МП-25, расположенная у оз. Аралсор, с ОПП – 15-20%, 13 выявленных видов. Диагностирующими видами являются: *Suaeda physophora, Atriplex cana, Anabasis salsa, Artemisia*

pauciflora. На террасах сильно выражена тропинчатость, отмечается многочисленный помет и небольшие группы пасущихся сайгаков. Сообщества трансформированы в средней степени.

Удаляясь от сора, растительный покров представлен сантоникополынными (*Artemisia santonicum)* или сантоникополынно-эбелековыми (*Ceratocarpus arenarius, Artemisia santonicum*) сообществами, в зависимости от степени пастбищной нагрузки, на луговых солончаковых почвах. ОПП – 25-30% и от 50-55% (вторая декада мая) до 10-15% (третья декада июля). Видовое разнообразие сообществ насчитывает 9 и 12 видов высших растений, соответственно. Диагностирующим видом является: *Artemisia santonicum.* Для мониторинга этого типа были заложены МП-9 и МП-24 на наклонной равнине к сору Жалпак, по обе стороны. Здесь отмечаются следы выпаса домашних животных, сильно выражена тропинчатость, многочисленный помет сайгаков, а также небольшие стада.

Через территорию резервата протекает река Ащыозек. Для мониторинга состояния растительного покрова долины реки была заложена одна площадка МП-10, расположенная на надпойменной террасе. Растительность долины реки представлена пырейными лугами (*Elymus repens)* с галофильными кустарниками (*Suaeda physophora*) на луговых засоленных почвах. ОПП – 30-35%, в сообществе было отмечено 20 видов. Виды, занесенные в Красную книгу РК [8], не выявлены. Диагностирующими видами являются: *Elymus repens, Suaeda physophora.* Данные территории являются пастбищами и проходом к водопою как для домашнего скота, так и для сайгаков, где отмечается многочисленный их помет и следы. Растительный покров трансформирован в средней степени.

В приграничной к резервату зоне были заложены две площадки – МП-5 и МП-11. Одна расположена в долине реки Ащыозек и характеризует растительность надпойменной террасы и склона к руслу водотока. Растительный покров представлен экологическим рядом сообществ: кермеково-полынным (*Limonium gmelini* (Willd.) Kuntze*, Artemisia lercheana, Artemisia abrotanum* L.) → пырейно-маревым (*Chenopodium album* L.*, Elymus repens*) на луговых засоленных почвах. ОПП – 35-40 → 45-50%, количество видов – 13 → 23. Диагностирующими видами являются: *Elymus repens, Artemisia abrotanum.* Территория также, как и МП-10 является проходной к водопою и используется как пастбище для домашнего скота и сайгаков, покров трансформирован в средней степени.

Вторая площадка МП-11 расположена в 0,5 км от поселка Ворошилов на равнинном участке. Растительный покров здесь трансформирован в сильной степени под воздействием перевыпаса и представлен полынным (*Artemisia lercheana*) сообществом на светло-каштановых солонцеватых почвах. ОПП – 35-40%, отмечено 15 видов. Диагностирующими видами являются: *Festuca valesiaca, Agropyron desertorum, Bassia prostrata.*

Территория участка «Жанакала» представляет собой волнистые и слабоволнистые песчаные равнины. Для мониторинга зонального растительного покрова было заложено две площадки, растительность которых нарушена в слабой степени – МП-27 и МП-30; две площадки, растительность которых находится в средней степени трансформации – МП-28 и МП-31; одна площадка – МП-32, в состоянии сильной нарушенности; и одна площадка – МП-29, где зафиксирован полный сбой. Основной фактор нарушения растительного покрова – выпас домашних животных. Виды, занесенные в Красную книгу Казахстана [8], не выявлены.

Растительный покров, нарушенный в слабой степени, представлен полынными с молочаем и житняком (*Artemisia lercheana, A. arenaria* DC.*, Euphorbia seguieriana* Neck.*, Agropyron fragile* (Roth) P.Candargy) и еркеково-полынными (*Artemisia lercheana, A. arenaria, A. austriaca, Agropyron fragile*) сообществами. ОПП – 30-35 и 40-45%, количество видов в фитоценозе – 12 и 11 видов, соответственно. Диагностирующими видами являются: *Artemisia lercheana, A. arenaria, Agropyron fragile.*

Растительность представленная полынно-еркековыми с эфедрой (*Agropyron desertorum, Artemisia lercheana, Ephedra distachya* L.) и еркеково-гребенщиковыми (*Tamarix laxa* Willd.*, Agropyron fragile*) фитоценозами нарушены в средней степени. ОПП составляет 20-25 и 40-45%, а видовое разнообразие включает 13 и 14 видов. Диагностирующими видами являются: *Agropyron fragile, Artemisia lercheana* и *Tamarix laxa.*

Вблизи действующих ферм растительный покров, трансформирован в сильной степени, представлен песчанополынными (*Artemisia arenaria*) сообществами, с ОПП от 7-10%, в весенний период, до 15-20% в летний. Видовое разнообразие – 12 видов высших растений. Диагностирующими видами являются: *Artemisia arenaria, A. lercheana, Agropyron fragile.*

На территории все еще действующих ферм растительность представлена сорнотравными (*Polygonum patulum* M.Bieb.*, Agriophyllum pungens* (Vahl) Link ex A.Dietr.) группировками, ОПП которых в весенний период составляет до 1%. Диагностирующими состояние территории сбоя могут быть многолетние виды, такие как *Artemisia lercheana, A. arenaria, Agropyron fragile,* появление которых будет свидетельствовать о восстановительных процессах.

На участке «Жанакала» встречаются равнины с соровыми понижениями, растительность которых представлена полынно-прибрежницевыми с тамариском (*Aeluropus littoralis* (Gouan) Parl.*, Artemisia santonicum, Tamarix laxa*) сообществами на луговых засоленных почвах, нарушенные в средней степени под воздействием выпаса и пожара. Здесь была заложена МП-33, с ОПП – 55-60% и выявленно12 видов. Диагностирующими состояние растительного покрова являются – *Aeluropus littoralis, Artemisia santonicum, Tamarix laxa.*

Часть территории представлена мелкобугристой песчаной равниной. Для мониторинга были заложены две площадки – МП-34 и МП-35. На вершинах невысоких бугров распространены песчанополынные с жузгуном (*Artemisia arenaria, Calligonum aphyllum* (Pall.) Gürke) сообщества, с ОПП – 35-40% и 9 видами. По межбугровым понижениям – житняково-песчанополынные (*Artemisia arenaria, Agropyron fragile*) фитоценозы, с ОПП – 40-45%, выявлено 10 видов. Диагностирующими видами являются: *Artemisia arenaria, Calligonum aphyllum.* Растительный покров нарушен в слабой степени под воздействием выпаса, отмечены следы старого пожара. Следов жизнедеятельности сайгаков не наблюдалось. Основные факторы нарушения растительного покрова – выпас и пожар. В некоторых местах был отмечен помет и встречались небольшие группы сайгаков.

Заключение. Фактические данные о современном состоянии растительного покрова, свидетельствуют о том, что территории новообразованных ООПТ в разной степени трансформированы в основном под воздействием выпаса. Результаты регулярных наблюдений позволят сделать не только выводы о наличии или отсутствии динамики, её направленности – положительной или отрицательной, обозначить группу факторов (или один фактор), повлиявших на эту динамику, но также могут быть основой для разработки рекомендаций по экологической реставрации растительного покрова, включая ограничения хозяйственной деятельности и регуляцию популяции сайгаков.

Исследование выполнено при финансовой и организационной поддержке ACBK (Association for the Conservation of Biodiversity of Kazakhstan) и ГПР «Бокейорда».

Список литературы

1. Исаченко А.Г. Методы полевых ландшафтных исследований и ландшафтно-экологическое картографирование. СПб.,1998. 112 с.

2. Научно-методические указания по мониторингу земель РК. Алматы: Государственный комитет Республики Казахстан по земельным отношениям и землеустройству, 1994. 108 с.

3. Полевая геоботаника. М.-Л.: Наука, 1959-1976, в 5 томах. Т. 1. 498 с.; Т. 2. 500 с.; Т. 3. 530 с.; Т. 4. 336 с.; Т. 5. 320 с.

4. Быков Б.А. Геоботаника. Алма-Ата: Наука, 1978. 288 с.

5. Флора Казахстана. Т. 1-9. Алма-Ата, 1956-1966.

6. Иллюстрированный определитель растений Казахстана. Т. 1-2. Алма-Ата: изд-во АН КазССР, 1969, 1972.

7. Plants of the World online. URL: https://powo.science.kew.org/.

8. Красная книга Казахстана, Ч..1. Т. 2. Растения. Астана: ArtPrint, 2014. 860 с.

9. Бижанова Г. К., Курочкина Л.Я. Антропогенные смены пастбищ Мойынкумов и их картографирование. Алма-Ата: Изд-во «Наука» КазССР, 1989. 164 с.

10. Марыныч О.В. Антропогенная трансформация степной растительности (на примере Центрального Казахстана): Автореф. дисс. … канд. биол. наук, Алматы, 1999. 29 с.

11. Нурмухамбетова Г. Д. Индикаторная роль сорной растительности в оценке процессов дигрессии и демутации в степной зоне Казахстана // Ізденіс. Поиск. Сер. естеств. наук. 2001. № 2. С. 66-73.

УДК 574.45:34
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-530-534

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОБИЛИЕ И СМЕРТНОСТЬ ЗАЙЦА-РУСАКА (*LEPUS EUROPAEUS*) В СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ДОЛИНЫ ЗАПАДНОГО МАНЫЧА

INFLUENCE OF CLIMATE ON VEGETATION PRODUCTIVITY AND ECONOMIC ACTIVITY ON THE ABUNDANCE AND MORTALITY OF THE EUROPEAN HARE (*LEPUS EUROPAEUS*) IN THE STEPPE ECOSYSTEMS OF THE WESTERN MANYCH VALLEY

Казьмин В.Д.
Kazmin V.D.

ФГБУ «Государственный заповедник «Ростовский», пос. Орловский, Ростовская область, Россия
Federal State Budgetary Institution "State Reserve "Rostovsky", village Orlovsky, Rostov region, Russia

E-mail: vladimir-kazmin@mail.ru

Аннотация. Исследования проведены в заповеднике «Ростовский» и в охранной зоне, расположенных в Кумо-Манычской впадине в подзоне сухих дерновиннозлаковых степей. Основными биотопами этой территории являются различные варианты агроценозов, участки залежной и целинной степи, пойменные стации. Материалы мониторинга продуктивностирастительного покрова степей на заповедном острове Водном озера Маныч-Гудило проводятся ежегодно с 2009 г. В настоящем сообщении представлены ключевые материалы влияния изменений весенне-летних гидротермических показателей на продуктивность растительного покрова дерновиннозлаковых степей в 2013-2014 гг. и через 10 лет, в 2022-2023 гг. на острове Водном в заповеднике «Ростовский». Степная растительность в изменяющихся весенне-летних условиях погоды в долине Западного Маныча реагирует увеличением продуктивности. Надземная растительная масса за 10 лет увеличилась более чем в 2 раза: в 2014 г. – 223 г/м², в 2023 г. – 482 г/м².

Мониторинг жизнедеятельности зайца-русака проводится накластерных участках заповедника, расположенных в антропогенно-трансформированных степных ландшафтах: «Стариковский», «Краснопартизанский» и «ЦаганХаг». Модельные 7 участков по 3-7 км² расположены в охранной зоне заповедника, представляют собой интенсивно используемые пастбища. Общая площадь учётов в охранной зоне 32 км².Плотность населения зайцев-русаков в последние годы регистрируется в пределах 1,5-11,0 особей/км². На автотрассах регистрируется гибель от 7 до 34 зайцев в год. Массовое пестицидное отравление зайцев (до 56 особей) наблюдалось в 2022/23 гг. в охранной зоне заповедника.

Ключевые слова: изменение климата, продуктивность степной растительности, хозяйственная деятельность, заяц-русак.

Abstract. The research was carried out in the Rostovsky Nature Reserve and in the protected zone, located in the Kuma-Manych depression in the subzone of dry sod-grass steppes. The main biotopes of this territory are various variants of agrocenoses, areas of fallow and virgin steppe, and floodplain stations. Materials for monitoring the productivity of the vegetation cover of the steppes on the protected Vodny Island of Lake Manych-Gudilo have been carried out annually since 2009. This report presents key materials on the influence of changes in spring-summer hydrothermal indicators on the productivity of the vegetation cover of sod-grass steppes in 2013-2014. and in 10 years, in 2022-2023. on Vodny Island in the Rostovsky Nature Reserve. Steppe vegetation responds to changing spring-summer weather conditions in the Western Manych valley by increasing productivity. Aboveground plant mass has more than doubled over 10 years: in 2014 – 223 g/m², in 2023 – 482 g/m².

Monitoring of the vital activity of the brown hare is carried out in cluster areas of the reserve located in anthropogenically transformed steppe landscapes: "Starikovsky", "Krasnopartizansky" and "TsaganKhag". Model 7 plots of 3-7 km² each are located in the buffer zone of the reserve and represent intensively used pastures. The total counting area in the protection zone is 32 km².The population density of brown hares in recent years has been recorded in the range of 1,5-11,0 individuals/km². The death of 7 to 34 hares per year is recorded on highways. Massive pesticide poisoning of hares (up to 56 individuals) was observed in 2022/23 in the buffer zone of the reserve.

Key words: climate change, productivity of steppe vegetation, economic activity, brown hare.

Введение. Известно, что структура и величина надземной фитомассы позволяет дать биологическую оценку среды обитания, влияющей на жизнеспособность и динамику численности популяций растительноядных животных [1].

Материалымониторинга продуктивностирастительного покрова степей на заповедном острове Водном озера Маныч-Гудило иреакция фитоценозов на трофическое воздействие вольно живущих лошадей (*Equus caballus*) систематически публикуются [2-5]. Информация ожизнедеятельностисредних млекопитающих, в том числе зайца-русака (*Lepus europaeus*)в степных экосистемах долины Западного Маныча также предоставляется научной общественности [6, 7].

В настоящем сообщении представлены ключевые материалы влияния изменений весенне-летних гидротермических показателей на продуктивность растительного покрова дерновиннозлаковых степей в 2013-2014 гг. и через 10 лет, в 2022-2023 гг. на острове Водном в заповеднике «Ростовский». Уделено особое внимание репродуктивности и смертности зайца-русака в эталонных степных экосистемах заповедника «Ростовский», охранной зоны, а также на ближайших автотрассах.

Материалы и методы. Исследования проводятся в заповеднике «Ростовский» и в охранной зоне, расположенных в Кумо-Манычской впадине в подзоне сухих дерновиннозлаковых степей [8]. Основными биотопами этой территории являются различные варианты агроценозов, участки залежной и целинной степи, пойменные стации. Климат долины Западного Маныча характеризуется жарким летом и холодной, малоснежной зимой. Средняя месячная температура воздуха в январе -5,5ºС, в июле +24,4ºС. Максимальная температура летом может подниматься до +43ºС. Безморозный период длится 185-190 дней. Количество осадков – от 422 до 379 мм в год. Частые восточные ветры сильно иссушают почву, с апреля по октябрь насчитывается 95-100 дней с суховеями [9].

На заповедном острове Водном (Южном) (46°28,823" с.ш., 042°29,744" в.д.) более шестидесяти лет обитают вольно живущие домашние лошади преимущественно донской породы. Последние годы численность лошадей поддерживается на уровне 180-200 особей. Площадь пастбищ острова – 1841 га.

Мониторинг продуктивности растительного покрова степей проводится на о. Водном с 2009 г. [5]. В разных частях острова заложено 4 трансекты по 3 стационарных пастбищных площадкиразмером 25×25 м. Пробные площади расположены на северном и южном склонах, а также на вершине увала. Ежегодно во второй половине июня на каждой пробной площади проводятся учеты надземной растительной массы методом укосов на учетных площадках размером 50×50 см в 3-5 кратной повторности. В 2013 г. и 2014г. произведено соответственно 18 и 12 укосов [10]. В 2022 г. и 2023 г. произведено по 9 укосов [11]. Растительная масса укосов разобрана по группам растений, высушена при температуре 90°С до постоянного веса и взвешена. Приводимые данные представляют собой значения абсолютно сухой надземной фитомассы.

На центральной усадьбе заповедника в районе пос. Волочаевского находится метеопост, на котором ежедневно снимаются показания осадков, направление ветра, температура воздуха. Данные представляются в ежегодных Летописях природы.

Мониторинг жизнедеятельности зайца-русака проводится на кластерных участках заповедника, расположенных в антропогенно-трансформированных степных ландшафтах: «Стариковский» (46°32,365" с.ш., 042°52,270" в.д., площадь степей – 19816 га), «Краснопартизанский» (46°26,496" с.ш., 042°58,262" в.д. – 16511 га) и «ЦаганХаг» (46°18,635" с.ш., 043°18,629" в.д. – 381 га). Модельные 7 участков по 3-7 км² расположены в охранной зоне заповедника, представляют собой интенсивно используемые пастбища. Общая площадь учётов в охранной зоне 32 км².

Плотность зайцев-русаков определяется на сопредельных охотничьих территориях охранной зоны при испытаниях борзых собак в конце октября и по опросным данным облавных охот в ноябре. Плотность населения животных на участках заповедника рассчитана по отношению к площади степей. Естественная гибель зайцев-русаков фиксируется сотрудниками заповедника на маршрутах и у выводковых нор лисиц, корсаков и волка. Гибель животных на автотрассах регистрируется круглый год не систематически, в отдельных поездках. Данные представляются в ежегодных Летописях природы.

Результаты и их обсуждение.

Продуктивность растительности. Изменения климата и уровня потребления кормов лошадьми отражаются на величине надземной массы растений на острове Водном. Уровень потребления растительных кормов вольно живущими лошадьми на острове до 2009 г. достигал 70% [3]; в дальнейшем снижен до 20–25% [5].

В *таблицах* 1 и 2 представлены весенне-летние гидротермическиематериалы и показатели средней величины надземной сухой массы растений (2013 г., 2014 гг. и, через 9-10 лет, (2021 г., 2022 г.)).

Таблица 1

Весенне-летние (март-июнь) средние гидротермические показатели погоды в 2013 г., 2014 гг. и, через 9-10 лет, (2021 г., 2022г.)

Год	Март		Апрель		Май		Июнь		Всего	
	t°, C	Осадки, мм	t°, C	Осадки, мм	t°, C	Осадки, мм	t°, C	Осадки, мм	t°, C	Осадки, мм
2013	+3,1	35,1	+16,7	5,3	+21,1	17,9	+24,1	26,0	-	84,3
2014	+3,5	26,1	+8,3	20,5	+20,5	102,5	+24,0	21,6	-	170,7
2021	+1,9	58,4	+9,8	72,2	+18,4	76,2	+23,2	36,5	-	243,3
2022	+0,5	3,0	+10,6	40,9	+12,7	36,3	+24,2	7,5	-	87,7

Примечание. t°, C – средняя суточная температура. Осадки, мм – месячное количество осадков.

Из *таблицы 1* видно, что последние годы (2021 г., 2022 г.) в апреле, когда идёт интенсивная вегетация растений, наблюдается увеличение средней месячной температуры до +10,6 и сумма осадков до 40,9 мм.

Растительность в изменяющихся весенне-летних условиях погоды реагирует высокой продуктивностью. Величина надземной растительной массы за 10 лет увеличилась более чем в 2 раза: в 2014 г.– 223 г/м², в 2023 г. –482 г/м² *(таблица 2)*.

Таблица 2

Сравнительные показатели средней величины надземной сухой массы растений (г/м², %) на острове Водном озера Маныч-Гудило в июне 2013 г., 2014 г. и через 10 лет (2022 г., 2023 г.)

Год	Надземная сухая масса растений, %, г/м²												
	Злаковые		Осоковые		Бобовые		Полыни		Разнотравье		Надземная масса		Мёртвая масса
	г/м²	%	г/м²	%	г/м²	%	г/м²	%	г/м²	%	г/м²	%	г/м²
2013	165	74,0	1,6	0,7	0,1	0,1	16	7,2	40	18,0	223±3	100	185±22
2014	180	80,7	1,0	0,4	0,3	0,1	8,1	3,6	34	15,2	223±16	100	119±46
2022	247	67,6	1,0	0,03	0,7	0,2	41,2	11,3	76,5	20,9	367±13	100	165±24
2023	302	62,6	5,6	1,2	1,4	0,3	17,6	3,7	155,1	32,2	482±26	100	148±33

Средняя величина надземной массы злаковых растений увеличилась через 10 лет на 30–40% – со 165-180 г/м² до 247-302 г/м². Продуктивность разнотравья увеличилась более чем в два раза – 34-40 г/м² до76-155 г/м².

Исследования прошлых лет показывали, что надземная масса растений в обычный по влажности год в различных частях острова варьировала в пределах 32-36 ц/га [12]. В засушливый 2007 г. масса растений на острове были значительно меньше – 14-22 ц/га [2].

Жизнедеятельность зайца-русака. Заяц-русак является обычным видом, обитающим в сухих степях долины Западного Маныча. Мониторинг жизнедеятельности и плотности населения зайца-русака является важной составляющей оценки функционирования степных экосистем, как на участках заповедника «Ростовский», так и на сопредельных территориях. Увеличение количества скоростных машин на автотрассах, уровня использования химических веществ в сельском хозяйстве вызывает рост смертности зайцев и других степных животных и требует соответствующих управленческих решений [7].

На основе данных, представленных в настоящем сообщении о репродуктивности и смертности зайца-русака в эталонных степных экосистемах заповедника «Ростовский», в

антропогенно-трансформированных участках его охранной зоны, а также на ближайших и других автотрассах степной зоны выявлены естественные и антропогенные тенденции.

Соотношение показателей репродуктивности и смертности зайцев-русаков в долине Западного Маныча в 2019-2023 гг. представлены в *таблице 3*.

Таблица 3

Показатели плотности населения и смертностизайцев-русаков в долине Западного Маныча в 2019-2023 гг.

Годы	Плотность населения, особей/км²		Смертность, особей		
	Заповедник	Пастбища	Естественная	Пестицидное отравление	На автотрассах
2019	5,5±1,5	5,5±1,5	2	-	7
2020	8,3±3,5	8,3±3,5	8	5	21
2021	1,5±0,6	1,5±0,6	8	-	9
2022	11,0±3,0	11,0±3,0	7	13	34
2023	0,8±0,3	1,3±0,3	6	42-56*	13

Примечание. * – учёт проведён в январе 2023 г. Пестицидное отравление: гибель зайцев-русаков после поедания отравленного зерна, выкладываемого на полях с озимыми для уничтожения мышевидных.

Плотность населения зайцев-русаков на пастбищах с умеренной пастбищной нагрузкой (до 60-70%) в последние годы в октябре-ноябре регистрируется в пределах 1,5-11,0 особей/км²; этому способствует наличие участков относительно нетронутой растительности *(таблица 3)*. Ежегодно регистрируется естественная гибель от хищничества волков, шакалов, лисиц, корсаков в пределах 2-8 зайцев. На ближайших к заповеднику автотрассах регистрируется гибель от 7 до 34 зайцев-русаков. Шокируют тенденции роста пестицидного отравления животных с 5-13 особей в 2020-2022 гг. до 42-56 особей в январе 2023 г. *(таблица 3)*.

По данным профессора Маловичко Л.В., в 2022 г. наблюдалась массовая гибель животных в Ставропольском крае в результате пестицидного отравления. Зарегистрирована гибель 789 зайцев-русаков. Доклад представлен на 10-й Международной научно-практической конференции «Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России» (13-14 февраля 2023 года). Организаторы конференции: ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ГНУ ВНИИ охотничьего хозяйства и звероводства имени проф. Б.М. Житкова, Московское городское общество охотников и рыболовов, Государственный Дарвиновский музей, Отделение «Охрана природы и биоразнообразие» РАЕН.

Заключение. Растительность в изменяющихся весенне-летних условиях погоды реагирует увеличением продуктивности. Надземная растительная масса за 10 лет увеличилась более чем в 2 раза: в 2014 г. – 223 г/м², в 2023 г. – 482 г/м². Продуктивность злаковых растений увеличилась на 40% (со 180 г/м² до 302 г/м²); разнотравья – более чем в два раза: с 40 г/м² до 155 г/м².

Плотность населения зайцев-русаков на пастбищах с умеренной пастбищной нагрузкой (до 60-70%) в последние годы в октябре-ноябре регистрируется в пределах 1,5-11,0 особей/км². Ежегодно регистрируется естественная гибель от хищничества в пределах 2-8 зайцев. На ближайших к заповеднику автотрассах регистрируется гибель от 7 до 34 зайцев русаков. Зарегистрировано массовое пестицидное отравление зайцев в 2022/23 гг. до 56 особей в охранной зоне заповедника.

Список литературы

1. Абатуров Б.Д. Кормовые ресурсы, обеспеченность пищей и жизнеспособность популяций растительноядных млекопитающих // Зоол. журн. Т. 84. № 10. 2005. С. 1251-1271.

2. Пришутова З.Г. Одичавшие лошади (*Equuscaballus*) как компонент охраняемых степных экосистем в заповеднике «Ростовский» // Экология, 2010. № 1. С. 58-62.

3. Казьмин В.Д., Демина О.Н. Заповедная степь и табун вольных лошадей (Equuscaballus): проблемы взаимоотношений // Бюлл. МОИП, отд. Биологии. 2011. Вып. 4. С. 3-11.

4. Казьмин В.Д. Пастбищное воздействие свободноживущих лошадей (Equuscaballus) на степную растительность: выедание и вытаптывание // Степи Северной Евразии: Материалы VI междунар. симпоз. и VIII междунар. школы-семинара «Геоэкологические проблемы степных регионов» / Под науч. ред. чл.-корр. РАН А.А. Чибилева. Оренбург: ИПК «Газпромпечать» ООО «Оренбурггазпромсервис», 2012. С. 330-333.

5. Казьмин В.Д. Управление продуктивностью и устойчивостью степных экосистем на острове Водном озера Маныч-Гудило при изменении климата // Сохранение и изучение степных экосистем Евразии и их компонентов /Труды Государственного природного биосферного заповедника «Ростовский». Вып. 7. Ростов н/Д: ООО «Фонд науки и образования», 2020. С. 57-65.

6. Казьмин В.Д. Пастбищное влияние крупных фитофагов на население фоновых видов животных степных экосистем в долине Западного Маныча // Млекопитающие России: фаунистика и вопросы териографии (Ростов-на-Дону, 17-19 апреля 2019 г.). М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2019. С. 105-108.

7. Казьмин В.Д., Бондарева Е.Е., Медянников И.И. Репродуктивность и смертность средних млекопитающих в зоне степей: естественная и антропогенно обусловленная // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем: материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. (Балашов, 22-23 апреля 2021 года) / под ред. М.А. Заниной. Саратов: Саратовский источник, 2021. С. 118-123.

8. Горбачев Б.Н. Растительность и естественные кормовые угодья Ростовской области (пояснительный текст к картам). Ростов н/Д, 1974.152 с.

9. Подгорная Я.Ю. Краткий физико-географический обзор района заповедника «Ростовский» // Труды государственного заповедника «Ростовский». Ростов н/Д: Изд-во ЦВВР, 2002. Вып. 1. С. 24-32.

10. Летописи природы 2013 г., 2014 г. // Сайт заповедника «Ростовский». URL:http://rgpbz.ru.

11. Летописи природы 2022 г., 2023 г. // Сайт заповедника «Ростовский».URL: http://rgpbz.ru.

12. Казьмин В.Д., Демина О.Н., Позднякова М.К., Розенфельд С.Б., Абатуров Б.Д. Современное состояние растительных кормовых ресурсов и избирательность питания вольноживущей лошади (*Equuscaballus*) на степном острове озера Маныч-Гудило // Зоол. журнал. 2013. Т. 92. № 2. С. 231-237.

УДК 550.462
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-535-540

ГЕОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОСАДКОВ ФОНОВЫХ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

GEOCHEMICAL COMPOSITION OF PRECIPITATION IN THE BACKGROUND FOREST-STEPPE LANDSCAPES OF THE KURSK REGION UNDER THE CONDITIONS OF MODERN CLIMATE CHANGE

Кайданова О.В., Суслова С.Б., Кудерина Т.М., Шилькрот Г.С., Лунин В.Н.
Kaidanova O.V., Suslova S.B., Kuderina T.M., Shilkrot G.S., Lunin V.N.

Институт географии РАН, Москва, Россия
Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: oliakai@rambler.ru

Аннотация. В работе представлены результаты изучения геохимического состава дождевых осадков (данные 2017-2023 гг.) фоновых лесостепных ландшафтов Курской биосферной станции в летний период, когда качество и количество осадков особенно важно для нормальной вегетации и плодоношения растительности. Расчет коэффициентов превышения ($К_р$), равный отношению максимального содержания химических элементов к минимальному, позволил определить геохимические ассоциации с разной степенью содержания макро- и микроэлементов в осадках. Для выявления вероятных областей эмиссии химических элементов проведен расчет обратных траекторий движения воздушных масс (NOAA HYSPLIT MODEL). Установлено, что повышенные содержания в осадках макроэлементов (Ba, Na, K) связаны преимущественно с природными источниками поступления в атмосферу химических элементов, приносимых воздушными массами с востока и южного сектора. При прохождении арктических воздушных масс в лесостепные ландшафты поступают осадки, характеризующиеся минимальными концентрациями макроэлементов и относительно повышенным содержанием Cd, Pb, что, вероятно, связано с местными источниками эмиссии. Преобладающий западный перенос воздушных масс приносит дожди, обогащенные микроэлементами техногенного генезиса – Ni, Cu, Zn, Li, Ag, Pb, Cd, W, Sn. Осадки, приносимые воздушными массами юго-восточного направления, характеризуются подобной геохимической ассоциацией, но меньшими содержаниями Cd, Pb, Sn, W. При организации геохимического мониторинга фоновых ландшафтов Курской области в программу наблюдений должны быть включены химические элементы с высоким уровнем содержания в атмосферных осадках – Mg, Na, Ba, K, Mn, Li, Ni, Cu, Zn, Ag, Pb, Cd, W, Sn.

Ключевые слова: атмосферные осадки, геохимические ассоциации, воздушные массы, трансграничный перенос, лесостепные ландшафты.

Abstract. The paper presents the results of studying the geochemical composition of rainfall (data 2017-2023) of the background forest-steppe landscapes of the Kursk Biosphere station in the summer, when the quality and amount of precipitation is especially important for normal vegetation and fruiting vegetation. The calculation of excess coefficients (Cr), equal to the ratio of the maximum content of chemical elements to the minimum, made it possible to determine geochemical associations with different degrees of content of macro- and microelements in precipitation. To identify the likely areas of emission of chemical elements, the calculation of the reverse trajectories of the movement of air masses (NOAA HYSPLIT MODEL) was carried out. It has been established that the increased concentrations of macronutrients (Ba, Na, K) in precipitation are mainly associated with natural sources of chemical elements entering the atmosphere, brought by air masses from the east and the southern sector. During the passage of Arctic air masses, precipitation enters the forest-steppe landscapes, characterized by minimal concentrations of macronutrients and relatively high Cd, Pb contents, which is probably due to local emission sources. The predominant western transport of air masses brings rains enriched with trace elements of man–made genesis – Ni, Cu, Zn, Li, Ag, Pb, Cd, W, Sn. Precipitation brought by air masses of the southeastern direction is characterized by a similar geochemical association, but with lower contents of Cd, Pb, Sn, W. When organizing geochemical monitoring of background landscapes of the Kursk region, the observation program should include chemical elements with a high level of content in atmospheric precipitation – Mg, Na, Ba, K, Mn, Li, Ni, Cu, Zn, Ag, Pb, Cd, W, Sn.

Key words: atmospheric precipitation, geochemical associations, air masses, transboundary transport, forest-steppe landscapes.

Введение. В настоящее время функционирование лесостепных ландшафтов ЕТР происходит на фоне общей аридизации климата, проявляющейся в повышении среднегодовой

температуры воздуха, изменении количества выпадающих осадков, частоты и интенсивности погодно-климатических экстремумов [1]. Уменьшение поверхностного стока рек, наблюдаемое в последние годы в лесостепных регионах, в том числе в Курской области, свидетельствует об усилении аридизации, приводящей к дефициту влаги в элементарных ландшафтах ландшафтно-геохимических систем (ЛГС). Так в 2020 г. объем годового стока рек Курской области составил оценочно 1600 млн м^3/год, в 2021 г. – 2100 м^3/год, в 2022 г. – 1904 млн м^3/год при среднем многолетнем речном стоке 3600 млн м^3/год [2-4]. Нестабильность количества выпадающих в лесостепных ландшафтах осадков, часто проявляющаяся в их уменьшении в летний период, в значительной мере влияет на увеличение рисков, связанных с проявлением почвенной (агрономической) засухи, продуктивности растительных сообществ и биологического разнообразия, приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, а также нарушению устойчивого землепользования [5, 6].

Несмотря на относительно густую речную сеть территории Курской области основная часть влаги в ландшафты поступает с атмосферными осадками, которые определяют их «влагонасыщенность», течение геохимических процессов и приток химических элементов в ЛГС.

Современные изменения климата, региональный и трансграничный атмосферный перенос, существенная антропогенная трансформация ландшафтов в лесостепной зоне формируют химический состав атмосферной влаги в приземном слое. Особое воздействие на геохимию осадков оказывают выбросы загрязняющих веществ в атмосферу: они приводят к изменению химического состава осадков, подкисляя или подщелачивая их, обогащая новыми элементами и соединениями в концентрациях, не свойственных атмосферным осадкам ранее [7, 8].

В связи с этим становится актуальным слежение за геохимическим составом атмосферных осадков на фоновых ландшафтах, отражающим в некоторой степени региональную антропогенную нагрузку на территорию.

Цель нашей работы: изучение содержания широкого спектра химических элементов в жидких атмосферных осадках, поступающих в фоновые лесостепные ландшафты Курской биосферной станции (КБС) ИГ РАН в летний период.

Материалы и методы. В лесостепной зоне на КБС ИГ РАН проводятся многолетние геохимические исследования по программе экологического мониторинга – осуществляются наблюдения за широким спектром химических элементов (ХЭ) в компонентах природных ландшафтов. На основе экспериментальных данных 2017-2023 г. изучался геохимический состав атмосферных осадков, поступающих в фоновые лесостепные ландшафты КБС в летние месяцы, когда выпадение дождей с повышенными концентрациями ХЭ может оказывать неблагоприятное воздействие на растительность в период её активной вегетации и плодоношения.

Пробы дождевых осадков отбирались в осадкосборник, установленный в автономной позиции на открытом участке степной территории КБС (51°32′16″ N, 36°5′24″ E). Отбор и подготовку проб для анализа выполняли в соответствии с нормативными документами [9]. Всего было проанализировано 53 пробы дождевой воды. В случаях, когда шли затяжные дожди (несколько суток подряд) для анализа бралась осредненная проба осадков.

В лаборатории Института географии РАН было проведено определение pH и минерализации (мг/л) дождевых осадков методом экспресс-анализа с помощью портативных pH-метра и кондуктометра фирмы Hanna Combo HI 98129. Определение элементного состава дождевых вод выполнено в Аналитическом сертификационном испытательном центре ФГБУ Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов Российской академии наук (АСИЦ ИПТМ РАН) по методике [10] методами атомно-эмиссионной спектрометрии (прибор iCAP-6500 Duo, Thermo Scientific, США) и масс-спектрометрии (прибор X Series 2, Thermo Elemental, США) с индуктивно связанной плазмой.

С целью определения вероятных областей эмиссии химических элементов с помощью модуля HYSPLIT [11] был выполнен расчет обратных траекторий переноса воздушных масс (ВМ) для конкретных событий [12].

Содержание ХЭ в дождевых осадках оценивалось на основе расчета коэффициентов превышения ($К_р$) максимального содержания химических элементов над минимальным:

$$К_р = \frac{c_{max}}{c_{min}}.$$

Оценка содержания ХЭ осуществлялась с учетом направления движения летних ВМ основных румбов: С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ. На основании $К_р$ ХЭ были выявлены

геохимические ассоциации (ГА) с разной степенью содержания ХЭ, и направления движения ВМ, с которыми они связаны.

Результаты и обсуждение. Курская биосферная станция Института географии РАН расположена в центральной части Курской области (Медвенский р-н) в лесостепной зоне на юго-западных склонах Среднерусской возвышенности. В силу своего местоположения элементарные ландшафты КБС можно рассматривать в качестве фоновой ландшафтно-геохимической системы, не затронутой непосредственным антропогенным воздействием [13, 14].

Основное количество осадков (до 70% годовой суммы) поступает в ЛГС Курской биосферной станции в виде дождей с апреля по октябрь. Среднемноголетнее количество осадков за год составляет 545 мм.

Анализ динамики атмосферных осадков в Курской области свидетельствует об их нестабильности, контрастности распределения по сезонам, в последние годы существенном снижении их количества в летний период (*таблица 1*). По данным Петринского агрометеорологического поста, расположенного в 12 км к северо-востоку от КБС, за последние 20 лет среднее количество осадков, выпадающих в теплый период, стало ниже среднемноголетних значений на 12-17% [15]. На территории КБС в течение ряда лет отмечается заметное снижение количества осадков в период август – сентябрь.

Таблица 1

Динамика дождевых осадков (мм) в Курской области [по данным: 4-6, 16-18]

Год исследования	Количество осадков			
	за год	весенний период	летний период	осенний период
2017	636	101	254	124
2018	544	31	252	55
2019	525	58	176	89
2020	507	200	131	68
2021	624	110	164	171
2022	834	221	141	183

Данные pH и минерализации осадков представлены в *таблице 2*. Единичные максимальные значения показателей, связанные, как правило, с прохождением воздушных масс (ВМ) через центральные части ЕТР в период проведения сельхозработ, не учитывались [19]. В это время в приземную атмосферу поступает большое количество мелкодисперсных частиц, что способствует обогащению ВМ химическими элементами и обуславливает высокие, не свойственные фоновым ландшафтам, показатели дождевых осадков.

Таблица 2

Химические показатели дождевых осадков, 2017-2023 гг.

Химические показатели	pH	Минерализация, мг/л
КБС		
Весенний период	4,9-6,5	3,0-30,1
Летний период	5,2-7,6	10,0-27,4
Осенний период	4,6-6,0	4,6-29,1
Средн.	5,7	17,9
Воронежский ГПБЗ имени В.М. Пескова		
Средн. [20]	5,9	12,1

В целом дожди, выпадающие на территории КБС, чаще всего характеризуются слабокислой реакцией среды. Наибольший диапазон колебаний значений pH наблюдается в летний период: от слабокислых до слабощелочных. Повышение pH осадков, как правило, отмечается после длительного отсутствия дождей. Среднее значение pH осадков составляет 5,7, минерализации – 17,9 мг/л, что соответствует региональным фоновым показателям дождей [20], фиксируемым в Воронежском ГПБЗ им. В.М. Пескова.

Геохимический состав осадков определяется многими факторами, зависит как от параметров самих дождей [21], так и от особенностей циркуляции атмосферы, обуславливающей региональный и дальний перенос ХЭ природного и техногенного происхождения. Локальные техногенные источники поступления ХЭ в атмосферу Курской области: предприятия горнодобывающей промышленности КМА, расположенные в 110 км к ССЗ от КБС, предприятия г. Курска, в первую очередь, Курский аккумуляторный завод (КАЗ), предприятия

г. Железногорска, Курчатова [14]. Региональные источники ХЭ расположены на территориях сопредельных областей: горнодобывающие и металлургические производства в Липецкой и Белгородской областях, крупные промышленные предприятия городов Белгорода, Липецка, Воронежа, Орла, Брянска. С трансграничными атмосферными потоками поступают осадки, обогащенные ХЭ, источниками которых являются промышленные центры западной и южной Европы, Казахстана.

В *таблицах 3, 4* на основе расчетов обратных траекторий движений ВМ и $К_р$ в осадках представлены геохимические ассоциации с разной степенью содержания ХЭ, а также их изменчивость. Анализ содержаний макроэлементов в атмосферных осадках, выпадающих на территории КБС показал, что с арктическими (северными) воздушными массами в лесостепные ландшафты поступают осадки, характеризующиеся минимальной изменчивостью концентраций ХЭ (*таблица 3*). При прохождении северо-западных, северо-восточных и юго-восточных ВМ в осадках наблюдаются повышенные уровни содержания Mn, K, Mg, что вероятно, обусловлено воздействием горнодобывающих и металлургических предприятий, расположенных в Белгородской, Липецкой, а также в северо-западной части Курской области. Повышенные содержания в осадках Ba, Na, K, приносимых воздушными массами с востока и южного сектора, по-видимому, связаны с поступлением их с аридных ландшафтов.

Таблица 3

Геохимические ассоциации растворенных форм макроэлементов в осадках с учетом движения воздушных масс

	$К_р$ <20	20< $К_р$ <50	50< $К_р$ <100	$К_р$ >100
С	Al, Si, Ca, P, S, Sr, Fe, Na, K, Mn, Ba, Mg			
СВ	Si, Ca, P, Sr, Fe, K, Ba	Al, S, Na, Mg	Mn	
В	Al, Si, Ca, P, S, Fe, Mn	Sr, Na, K, Mg		Ba
ЮВ	Si, Ca, P, S, Mn	Al, Sr, Fe, Na	K, Ba	Mg
Ю	Al, Si, P, S, Mn, Ba	Ca, Sr, Fe, K	Na, Mg	
ЮЗ	Si, P, S, Ba	Al, Ca, Sr, Fe, Mn	Na, K	Mg
З	P, Fe, Mn	Al, Si, Ca, S, Sr, K	Mg, Ba	Na
СЗ	Si, P, S	Al, Ca, Sr, Fe, Na, Mn, Ba	K	Mg

Большинство микроэлементов, поступающих с осадками в лесостепные ландшафты КБС, также, как и макроэлементов, входят в ГА, характеризующиеся относительно малой изменчивостью содержаний ($К_р$ <20). Стоит отметить, что такие осадки приносят не только арктические ВМ, но и ВМ южного направления (*таблица 4*). Данные таблицы 4 показывают влияние на геохимический состав осадков местных источников эмиссии: повышенные концентрации Cd и Pb в осадках, поступающих с ветрами северных румбов, очевидно, связаны с выбросами промышленных предприятий г. Курска и, в первую очередь, КАЗа [12]. Осадки, обогащенные Li, Ni, Cu, Zn, Ag, Pb, Cd, W, Sn, приносят ВМ западного сектора, что свидетельствует о значимости трансграничного переноса. Такая же ГА характерна для дождей, выпадающих при прохождении воздушных масс юго-восточного направления, но отличается меньшими содержаниями Cd, Pb, Sn, W. По всей вероятности, источниками эмиссии этих ХЭ являются промышленные предприятия Воронежской и Белгородской областей.

Таблица 4

Геохимические ассоциации растворенных форм микроэлементов в осадках с учетом движения воздушных масс

	$К_р$ <20	20< $К_р$ <50	50< $К_р$ <100	$К_р$ >100
С	Li, Ni, Cu, Zn, Sn, Ag, Sb, Cr, Rb, V, Mo, Be, W	Pb	Cd	
СВ	Ni, Zn, Sn, Ag, Sb, Cr, Rb, V, Mo, Be, W	Li, Cu,	Cd	Pb
В	Ni, Zn, Sn, Ag, Sb, Cr, Rb, V, Mo, Be, W	Li	Cu, Cd	Pb
ЮВ	Sb, Cr, Rb, V, Be	Mo, W	Pb, Cd, Sn	Li, Ni, Cu, Zn, Ag
Ю	Ni, Cu, Zn, Pb, Cd, Sn, Sb, Cr, Rb, V, Mo, Be, W	Li, Ag		
ЮЗ	Sn, Sb, Cr, Rb, V, Mo	Be		Li, Ni, Cu, Zn, Pb, Cd, Ag, W
З	Sb, Cr, Rb, V, Mo	Cd, Ag, Be, W		Li, Ni, Cu, Zn, Pb, Sn
СЗ	Ag, Sb, Cr, Rb, V, Mo, Be, W	Sn	Li, Pb	Ni, Cu, Zn, Cd

Заключение. Изучение химического состава атмосферных осадков, поступающих в фоновые лесостепные ландшафты в летний период, важная составная часть геохимического мониторинга, проводимого на КБС ИГ РАН. Летние дожди чаще всего характеризуются слабокислой реакцией среды ($pH_{ср}$ = 5,7) и невысокой минерализацией ($C_{ср}$=17,9 мг/л), что соответствует региональным фоновым показателям осадков, фиксируемым в Воронежском ГПБЗ им. В.М. Пескова. На основании анализа обратных траекторий движения ВМ и расчета $К_р$ определены геохимические ассоциации с разной степенью содержания макро- и микроэлементов в осадках. Обогащение осадков ХЭ происходит как за счет природных, так и техногенных источников. С первыми в большей степени связано содержание в осадках макроэлементов. Об этом свидетельствуют повышенные концентрации в осадках Ba, Na, K, приносимых воздушными массами с востока и южного сектора. Заметное влияние на геохимический состав осадков оказывают выбросы предприятий Курской области: с северными и северо-западными ВМ в фоновые ландшафты КБС поступают осадки, обогащенные Cd, Pb, Mg. Высокие содержания Li, Ni, Cu, Zn, Ag, Pb, Cd, W, Sn в осадках наблюдаются при прохождении ВМ западного сектора и юго-восточного направления. Основная роль в этом, очевидно, принадлежит трансграничному переносу и региональным потокам.

Геохимические ассоциации ХЭ в осадках, полученные на основе расчета $К_р$, показывают, что с арктическими воздушными массами в лесостепные ландшафты поступают осадки, характеризующиеся относительно низкими концентрациями ХЭ и малой изменчивостью ($К_р$<20). Содержание ХЭ в атмосферных осадках, приносимых арктическими ВМ, могут считаться фоновыми (с учетом региональных особенностей) и в дальнейшем могут использоваться при проведении мониторинговых исследований геохимии атмосферных осадков лесостепных ландшафтов.

В современных условиях изменения климата и развития промышленности в лесостепной зоне при организации геохимического мониторинга фоновых ландшафтов Курской области в программу наблюдений должны быть включены химические элементы с высоким уровнем содержания в атмосферных осадках – Mg, Na, Ba, K, Mn, Li, Ni, Cu, Zn, Ag, Pb, Cd, W, Sn.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института географии РАН – FMWS-2024-0007 «Биотические, географо-гидрологические и ландшафтные оценки окружающей среды для создания основ рационального природопользования».

Список литературы

1. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб.: Наукоемкие технологии, 2022. 124 с.

2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области в 2020 году. Курск, 2021. 214 с. URL: https://priroda.kursk.ru/upload/iblock/de4/eco_doklad_2021_.pdf (дата обращения: 27.11.2023).

3. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области в 2021 году. Курск, 2022. 234 с. URL: https://priroda.kursk.ru/upload/iblock/f7a/Doklad-Ekologiya-za-2021.pdf (дата обращения: 27.11.2023).

4. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области в 2022 году. Курск, 2023. 254 с. URL: https://priroda.kursk.ru/upload/iblock/7a9/cay3mmkb78cn9yp192qzh431b1idw7sw/Ekologi-2022.pdf (дата обращения: 27.11.2023).

5. Андреева О.В., Куст Г.С. Оценка состояния земель в России на основе концепции нейтрального баланса их деградации // Известия РАН. Серия географ. 2020. № 5. С. 737-749. DOI: 10.31857/s2587556620050052

6. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)». / ред. Р.С.-Х. Эдельгериева. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева. Институт географии РАН, МБА. 2019. Т. 2. 476 с.

7. Seinfeld J.H., Pandis S.N. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. 2-nd Edition. New York: Wiley, 2006. 1232 p.

8. Park S.-M., Seo B.-K., Lee G., Kahng S.-H, Jang Y.W. Chemical composition of water soluble inorganic species in precipitation at Shihwa Basin, Korea // Atmosphere. 2015. Vol. 6. P. 732-750.

9. РД 52.04.186–89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М., 1991. 696 с.

10. НСАМ №520-АЭС/МС, Определение элементного состава природных, питьевых, сточных и морских вод атомно-эмиссионным и масс-спектральным методами с индуктивно связанной плазмой (ред. 2017 года).

11. https://www.ready.noaa.gov NOAA – Air Resources Laboratory. URL: http://www.arl.noaa.gov (дата обращения: 15.10.20203).

12. Stein A.F., Draxler R.R., Rolph G.D., Stunder B.J.B., Cohen M.D., Ngan F. NOAA's HYSPLIT atmospheric transport and dispersion modeling system // Bull. Am. Meteor. Soc. 2015. Vol. 96. P. 2059-2077.

13. Кудерина Т.М., Суслова С.Б., Замотаев И.В., Кайданова О.В., Шилькрот Г.С., Лунин В.Н. Атмогеохимическое состояние лесостепных ландшафтов Курской биосферной станции // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: Материалы XII Междунар. ландшафтной конф., Тюмень-Тобольск, 22-25 августа 2017 г., Изд-во ТГУ, 2017. Т. 1. С. 295-297.

14. Кайданова О.В., Суслова С.Б., Кудерина Т.М., Замотаев И.В., Кудиков А.В. Геохимический мониторинг лесостепных ландшафтов Курской биосферной станции // Проблемы региональной экологии. 2020. № 4. С. 37-42. DOI: 10.24411/1728-323X-2020-14037.

15. Дериглазова Г.М, Боева Н.Н. Динамика погодных условий Курской области за последние 50 лет // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 7. С. 15-21.

16. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области в 2017 году. Курск, 2018. 16 с. URL: https://priroda.kursk.ru/upload/iblock/675/tiuy1k2pln2y9bcluw3m19g3djzxeenz/DOKLAD_2017.pdf (дата обращения: 27.11.2023).

17. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области в 2018 году. Курск, 2019. 214 с. URL: https://priroda.kursk.ru/upload/iblock/f4d/3pl0y293je90y8tzmam454k7zyh9oxa1/DOKLAD_2018.pdf (дата обращения: 27.11.2023).

18. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области в 2019 году. Курск, 2020. 199 с. URL: https://priroda.kursk.ru/upload/iblock/859/Dollad_2020_2.pdf (дата обращения: 27.11.2023).

19. Кудерина Т.М., Лунин В.Н., Суслова С.Б. Геохимический состав атмосферных осадков лесостепных ландшафтов Курской биосферной станции // Проблемы региональной экологии, 2018. № 2. С. 78-83. DOI: 10.24411/1728-323X-2018-12078.

20. Свистов П.Ф., Полищук А.И., Першина Н.А. Фоновый уровень состояния атмосферы по многолетним данным о химическом составе атмосферных осадков // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2009. С. 116-142.

21. Власов Д.В., Еремина И.Д. Влияние параметров дождей на интенсивность вымывания из атмосферы потенциально токсичных элементов в Москве // Современные тенденции и перспективы развития гидрометеорологии в России: материалы III Всерос. научно-практ. конф. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2020. С. 380-388. DOI: 10.26516/978-5-9624-1874-2.2020.1-465

УДК 502.4:[502.42+502.45](571.1/.5+ 517.3)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-541-550

ТРАНСГРАНИЧНЫЕ ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ С ТРАВЯНЫМИ ЛАНДШАФТАМИ

TRANSBOUNDARY PROTECTED NATURAL AREAS OF RUSSIAN SIBERIA AND THE FAR EAST WITH GRASSY LANDSCAPES

Калихман Т.П.
Kalikhman T.P.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия
V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

E-mail: kalikhman@irigs.irk.ru

Аннотация. В статье представлен обзор и краткий анализ трансграничных охраняемых природных территорий азиатской части России, которые в подавляющем большинстве расположены в пределах горных местностей с существенной площадью степей, лугов и горных тундр и характеризуются относительно низким экономическим уровнем развития приграничных участков. С Сибирью и Дальним Востоком граничат шесть стран. На этом участке российской границы насчитывается пять действующих трансграничных охраняемых природных территорий, причем одна из них находится на финальной стадии оформления, а также предполагается создание 10 подобных территорий. Продемонстрированы сходство и различие классификаций входящих в их состав особо охраняемых природных территорий. Картографически показана структура трансграничных охраняемых территорий. Выявлена главная проблема эффективного функционирования трансграничных охраняемых природных территорий в пределах России – отсутствие федеральных законов, определяющих особые правила функционирования ООПТ, имеющих международное значение, к которым относятся объекты всемирного природного наследия, биосферные резерваты, трансграничные охраняемые природные территории, ключевые орнитологические, ботанические и почвенные территории, водно-болотные угодья и т.п.

Ключевые слова: трансграничные охраняемые природные территории, азиатская часть России, классификация особо охраняемых природных территорий, картографическое обоснование.

Abstract. The article presents an overview and a brief analysis of the transboundary protected natural territories of the Asian part of Russia, which are overwhelmingly located within mountainous areas with a significant area of steppes, meadows and mountain tundra and are characterized by a relatively low economic level of the border areas development. Six countries border Siberia and the Far East. There are five functioning transboundary protected natural areas on this section of the Russian border, and one of them is in the final stage of registration, and it is also planned to create 10 similar territories. The similarity and difference of the classifications of the specially protected natural areas included in them are demonstrated. The structure of transboundary protected areas is shown cartographically. The main problem of the effective functioning of transboundary protected natural areas within Russia has been identified is the absence of federal laws defining special rules for the functioning of protected areas of international importance, which include World Natural Heritage sites, biosphere reserves, transboundary protected natural areas, key ornithological, botanical and soil territories, wetlands, etc.

Key words: transboundary protected natural areas, the Asian part of Russia, classification of specially protected natural areas, cartographic justification.

Введение. Особо охраняемые природные территории (ООПТ) – заповедники, национальные парки, заказники и другие категории ООПТ – составляют основную часть территориальной охраны природы, для сохранения окружающей среды, биотического и ландшафтного разнообразия в естественных условиях. В том случае, если значимые для сохранения природные комплексы являются единой территорией, разделенной границей двух или более государств, возникает задача проектирования и создания трансграничных охраняемых природных территорий (ТГОПТ). В статье рассматриваются пять ТГОПТ, действующих в Сибири и на Дальнем Востоке, а также возможности создания новых подобных территорий, что связано с пониманием и анализом целого ряда проблем.

Как правило, границы государств и, соответственно, ТГОПТ располагаются в районе водоразделов, районов с существенной площадью степей, лугов и горных тундр.

Наземные и водные границы нашей страны в азиатской части страны соприкасаются с Казахстаном, Монголией, Китаем, Корейской Народно-Демократической Республикой, Японией

и Соединенными Штатами Америки. Известно, что экономика этих стран, политический режим, темпы социально-экономического развития, а также их межгосударственные отношения весьма различны, что влияет на процессы организации и функционирования ТГОПТ.

Главным международным документом, регулирующим территориальную охрану природы, является «Конвенция о сохранении биологического разнообразия», принятая на сессии ООН в Рио-де-Жанейро 5 июня 1992 г. [1]. Руководства вышеназванных стран подписали Конвенцию в июне 1992 г., Россия – в 1995 г., США остаются вне действия Конвенции. Инициатором упорядочения организации трансграничных ООПТ стал Международный союз охраны природы (МСОП/IUCN) и созданная им Всемирная комиссия по охраняемым территориям (ВКОТ/WCPA). Глобальная сеть трансграничных охраняемых территорий (Global transboundary conservation network – GTPAN) по классификации МСОП имеет три основных типа ТГОПТ и один общий: 1) Трансграничная охраняемая территория; 2) Трансграничный охраняемый ландшафт и/или морской пейзаж; 3) Трансграничная природоохранная миграционная зона; и Специальное обозначение – Парк мира, которое может присваиваться любому из трех названных типов [2]. Идея укрепления трансграничного природоохранного сотрудничества получила свое дальнейшее развитие на пятом Всемирном конгрессе по охраняемым территориям (Дурбан, 2003 г.). В Дурбанском Плане действий предусмотрены отдельные акции для развития программ по объединению в единую сеть охраняемых территорий на всех континентах, особенно вдоль государственных границ, а также охраняемых территорий вдоль важнейших миграционных путей [3]. В трансграничном сотрудничестве участвуют ООПТ разных категорий. В соседних с азиатской частью России странах существуют как сходства, так и различия в классификации ООПТ

Основная проблема ТГОПТ – отсутствие в российском законодательстве нормативных правовых актов с требованиями к сохранению и развитию международных категорий охраняемых территорий. Можно указать только два случая упоминания международных ООПТ в российском законодательстве. Первый – Постановление Правительства РФ № 1050 от 13.09.1994 г. «О мерах по обеспечению выполнения обязательств Российской Стороны, вытекающих из Конвенции о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц, от 2 февраля 1971 года». В нем просто приведен перечень данных объектов, но неясно, могут ли создаваться новые подобные охраняемые территории, не определены «правила игры» в их границах, не разработаны положения для таких ООПТ. Второй – единичное упоминание об объектах всемирного природного наследия в статье 1 «Основные понятия» федерального закона «Об охране окружающей среды» (№ 7-ФЗ от 10.01.2002 г.), но в статье 58 «Меры охраны природных объектов» и других статьях понятия «природное наследие» уже нет. В отношении наиболее сложного в управлении межрегионального объекта всемирного природного наследия принят специальный, но рамочный, федеральный закон «Об охране озера Байкал» (№ 94-ФЗ от 01.05.1999 г.).

Полностью отсутствуют в российском правовом поле федеральные законы об иных категориях ООПТ международного значения: ключевых орнитологических, ключевых ботанических и ключевых почвенных территориях, а также о трансграничных охраняемых природных территориях. О биосферных резерватах только в федеральном законе об ООПТ есть статья 10 посвященная «биосферным заповедникам», в которой указано, что в таких ООПТ может быть создан биосферный полигон, в границах которого могут развиваться туризм и апробироваться иные способы рационального природопользования, что в недостаточной степени соответствует требованиям дифференциации природоохранного режима, указанным в программе МАВ ЮНЕСКО к таким территориям. Такое положение усложняет создание новых и эффективное управление созданными ТГОПТ.

Действующие трансграничные ООПТ. По состоянию на начало 2024 г. в Сибири и на Дальнем Востоке функционируют ТГОПТ «Алтай», «Даурия», «Озеро Ханка», «Убсунурская котловина», а «Истоки Амура» находятся на финишной прямой официального признания.

Д а у р и я . Трехсторонняя кластерная трансграничная заповедная территория «Даурия» создана в 1994 г. в соответствии с Соглашением между Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, Министерством природы и окружающей среды Монголии, а также Агентством охраны окружающей среды КНР с включением в ее состав заповедника «Даурский» (Забайкальский край, РФ), строго охраняемой территории «Монгол дагуур» (аймак

Дорнод, Монголия) и природного заповедника «Далайнор» (кит. 达赖自然保护区, Dálài zìrán bǎohù qū – Далай цзыжань баоху цюй) (провинция Внутренняя Монголия, КНР).

Главной составляющей ландшафтной структуры признаны особые даурские степи. Редким сообществом являются нителистниковые степи с участием лапчатки рябинколистной, эдельвейса обыкновенного, юнгии тонколистной, соссюреи иволистной, лука стареющего, цимбарии даурской и др. В составе разнотравья присутствуют также Стеллера карликовая, красоднев малый, василистник растопыренный, горец (таран) узколистный. Из злаков характерны овсяницы валлисская и Ленская, а также вострец китайский, мятлик кистевидный.

Все три названные ООПТ являются кластерными: «Монгол дагуур» состоит из 2, «Далайнор» – из 3, «Даурский» – из 9 участков (последние объединены охранной зоной в три основных кластера – озерный, урочище Адон-Челон со скальными останцами и лесостепной). В состав ТГОПТ также входят находящиеся в ведении заповедника «Даурский» два заказника федерального значения: «Цасучейский бор» (1981 г., 57 900 га) и «Долина Дзерена» (2011 г., 213 838 га) [4-7].

Эти три заповедника включены и в иные перечни ООПТ международного значения: биосферных резерватов (программа ЮНЕСКО «Человек и биосфера»), водно-болотных угодий (Рамсарская конвенция «О водно-болотных угодьях, имеющих международное значение главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц»), ключевых орнитологических территорий (международная программа «BirdLife International»), и, кроме того, российская и монгольская части в 2017 г. стали объектом всемирного природного наследия ЮНЕСКО «Ландшафты Даурии». Также эта территория номинирована на статус трансграничной биосферной территории ЮНЕСКО.

Заповедник «Далайнор» создан в 1986 г., общая площадь – 740 000 га. Кроме одного из пяти крупнейших озер Китая – оз. Далайнор (или Хулун-Нур) – ООПТ включает несколько средних по размеру водоемов (Новый Далайнор, Улан-Нур, часть Буйр-Нура и др.) и реку Оршун-Гол. Строго охраняемая территория «Монгол дагуур» образована в 1992 г., общая площадь – 108 154 га [6]. Заповедник «Даурский» начал функционировать с 1987 г., общая площадь составляет 49 764 га, кроме того, отдельные небольшие участки заповедника окружает охранная зона в 173 201 га [4]. Одно из наиболее значимых следствий сотрудничества в рамках международного заповедника – возвращение в Россию дзерена. За несколько лет численность этих антилоп, постоянно обитающих в Даурском заповеднике и на прилежащих территориях, увеличилась с 15-20 особей в начале 1990-х гг. до почти 4 000 к началу 2010-х гг. [5].

О з е р о Х а н к а . Международное соглашение между правительствами РФ и КНР о создании ТГОПТ было подписано в 1996 г. В состав ТГОПТ вошли российский заповедник «Ханкайский» и китайский «Синкай-ху».

Ханка – озеро на границе Приморского края России и провинции Хэйлунцзян Китая. Это уникальный и самый крупный по площади пресноводный водоем на Дальнем Востоке, относимый к объектам тектонического происхождения [8]. На китайской территории значительная часть водосборного бассейна относится к озеру Малая Ханка, отделенному от основного водоема узкой песчаной косой. Между озерами существует обмен за счет дренажа, а в многоводные годы они соединяются протокой. Важной составляющей ландшафтной структуры являются обширные луговые сообщества [7-10].

Российский заповедник был создан в 1990 г., общая площадь – 32 289 га, площадь охранной зоны вокруг небольших участков заповедника составляет 75 510 га. Эта ООПТ имеет и иные международные статусы: водно-болотное угодье, биосферный резерват, ключевая орнитологическая территория. Заповедник кластерный и состоит из 5 участков (Чёртово болото, Журавлиный, Речной, Мельгуновский, Сосновый) [9, 11].

ООПТ на китайской стороне была создана в 1986 г., а статус национального резервата она получила в 1994 г. Площадь составляет 222 488 га. В отличие от российского заповедника в его состав помимо прибрежных участков включена акватория озер Малая и Большая Ханка [7, 11].

У б с у н у р с к а я к о т л о в и н а . Охраняемая природная территория «Убсунурская котловина» (Россия/Монголия), несмотря на создание здесь двустороннего объекта всемирного природного наследия, долго не имела статуса трансграничной. Тем не менее, между ООПТ двух стран научные обмены возникли вскоре после организации заповедников. В 2011 г. председателем Правительства Российской Федерации было утверждено распоряжение № 709-р «О подписании соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Монголии о создании трансграничного резервата «Убсунурская котловина» [4, 6, 12].

Заповедник «Убсунурская котловина» (Республика Тыва, 323 198 га) организован в 1993 г. Он состоит из 9 участков, но в объект всемирного наследия и трансграничную ООПТ включены семь из них (87 830 га): Монгун-Тайга, Арысканныг, Улар, Убсу-Нур, Оруку-Шынаа, Ямаалыг, Цугер-Элс [4].

Строго охраняемая территория «Увс-Нуур» (аймак Увс Монголии) создана в 1993 г. Ее площадь составляет 755 244 га, состоит из 4 кластеров (Увс-Нуур, Алтан Элс, Цагаан Шувуут и Турген Уул), а также находящегося в ее подчинении резервата «Тэсийн голын сав газар» (или «Тэс-Хем»), созданного в 2006 г., площадь которого сейчас составляет 103 704 га [12, 13].

В 2022 году ТГОПТ «Убсунурская котловина» вошла во Всемирную сеть биосферных резерватов под эгидой ЮНЕСКО и стала второй российской трансграничной биосферной территорией из перечня программы «Человек и биосфера» (МАВ) [14].

А л т а й . Идея организации ТГОПТ возникла в 1999 г. в рамках Алтайской конвенции [15, 16]. О создании этой территории между правительствами Республики Казахстан и Россией в 2011 г. заключено межгосударственное соглашение. В состав территории вошли национальный природный парк «Катон-Карагайский» (Восточно-Казахстанская область, 2001 г., 643 477 га) и биосферный заповедник «Катунский» (Республика Алтай, 1991 г., 151 664 га).

В 2017 г. ЮНЕСКО одобрило проект создания первого в нашей стране трансграничного биосферного резервата «Большой Алтай» общей площадью 1,5 млн га на территории России и Казахстана [17].

В Синьцзян-Уйгурском автономном районе КНР на сопредельной территории действует государственный природный заповедник «Ханас», созданный в 1986 г., площадью 455 408,3 га (к настоящему времени расширен до 1 003 000 га) [4, 7]. В Монгольском аймаке Баян Өлгий к государственной границе прилегает национальный парк «Алтай таван богд» (1996 г., 656 088,91 га). Для повышения эффективности ТГОПТ в нее должны войти: в Восточно-Казахстанской области Казахстана – заповедник «Маркакольский» (1976 г., 102 979 га), планируемые региональные заказники Кабинский (62 390,8 га) и Бас-Теректы (17 258 га); в Республике Алтай – действующие региональные природные парки «Зона покоя Укок» (2005 г., 254 204 га) и «Белуха» (1997 г., 131 270 га) [18].

При начальном проектировании этой территории планировалось заключение соглашения между четырьмя государствами: Россия, Китай, Монголия и Казахстан, т.к. она находится на стыке этих 4 государств [3]. Таким образом, можно надеяться, что соглашение между Казахстаном и Россией стало первым этапом в процессе создания четырехсторонней трансграничной территории.

И с т о к и А м у р а . В 2014 г. российской стороной подписано Соглашение о создании двусторонней трансграничной территории «Истоки Амура».

Международное соглашение готово к подписанию и находится в стадии ожидания. Фактически тесное сотрудничество между российской и монгольской стороной уже осуществляется. ТГОПТ должна включить с российской стороны биосферный заповедник «Сохондинский» (1973 г., 210 988 га) с высокогорными травяными сообществами и заказник регионального значения «Горная степь» (2003 г., 5 273 га) в Забайкальском крае [19, 20] и с монгольской – состоящий из 2 кластеров национальный парк «Онон-Балдж» (2000 г., 397 379 га) в аймаке Хэнтий Монголии [21]. Вскоре после ратификации международного соглашения распоряжением Правительства России № 490-р от 3.04.2013 г. было одобрено создание обширной охранной зоны (318 000 га) Сохондинского заповедника, которая должна служить буферной зоной для стыковки с охранной зоной монгольского парка [22]. Планы создания ТГОПТ с монгольским коллегами формировались еще с начала 2000-х гг. – времени организации национального парка «Онон-Балдж», сначала являвшегося филиалом крупнейшего заповедника Монголии «Хан Хэнтий» (1992 г., 1 748 104 га) [6, 11], с которым Сохондинский заповедник всегда поддерживал дружественные связи. В перспективе рассматривается возможность получения этим трансграничным резерватом статуса биосферного [6, 21, 23].

Обоснования для создания новых ТГОПТ. По уже известным сведениям о глобальной значимости природных условий и точки зрения логики развития ТГОПТ в настоящее время можно считать наиболее перспективными следующие 10 территорий, краткие обоснования создания которых приводятся ниже:

1) «Хэнтэй-Чикойское нагорье» – двусторонняя ТГОПТ, в которую войдут национальный парк «Чикой» (Забайкальский край, 2014 г., площадь 666 468 га), строго охраняемая территория «Хан Хэнтий» (Аймак Тов Монголии, 1992 г., 1 748 104 га) и национальный парк «Горхи-

Тэрэлж» (округ города Улан-Батор Монголии, 1993 г., 291 839 га). В эту территорию могут войти также остепненные обособленные части Хэнтэйского нагорья – строго охраняемая территория «Богдхан уул» (Аймак Тов и округ города Улан-Батор Монголии, воссоздана в 1957 г., 42 192 га), степной природный резерват «Нагал хаан» (Аймак Тов Монголии, 1957 г., 1 861 га) при условии создания дополнительных связующих фрагментов лесостепи [4, 6, 11, 13, 23, 24].

«Хэнтэй Чикойское нагорье» расположено на востоке бассейна Байкала. Рассматриваемая территория представляет собой типичный для этих мест переход от горной тайги к горной степи, а также свойственные этой части Азии обширные участки так называемой экспозиционной лесостепи. Здесь хорошо сохранились большие площади кедровой (сосна сибирская) тайги и ареал распространения особой популяции чикойского соболя. В пределах ООПТ отмечены такие редкие виды животных как ирбис (снежный барс), тарбаган, беркут, орлан-белохвост, могильник, сапсан, большой подорлик. Особую значимость «Хэнтэй-Чикойскому нагорью» придает природоохранная история этих мест. Здесь расположена строго охраняемая территория «Богдхан уул» – старейшая азиатская ООПТ (1778 г.) из известных в письменных источниках [13]. Территория уникальна этнографически, так как в Красночикойском районе Забайкальского края вот уже почти 250 лет живут старообрядцы (семейские), сохраняющие традиционный уклад и традиции [18].

2) «Селенга» двусторонняя ТГОПТ, расположенная в степной низкогорной зоне среднего течения Селенги – главной реки бассейна Байкала, наиболее заселенная и хозяйственно используемая часть.

Площадь действующих ООПТ здесь мала, их число незначительно, они находятся друг от друга на существенных расстояниях. В российской приграничной незалесенной части Бурятии степные охраняемые территории представлены только одним заказником «Боргойский» (1979 г., 42 180 га). Лесостепной федеральный заказник «Алтачейский» (1982 г., 71 627 га) и степной региональный заказник «Тугнуйский» (1977 г., 39 360 га) размещены на некотором отдалении от государственной границы, а уникальный степной с облепихой региональный заказник «Ацульский» (к юго-западу от озера Гусиное) в 2003 г. был ликвидирован [4, 11, 23, 25]. В монгольской части в среднем течении Селенги организованы строго охраняемая территория «Зэд-Хантай-Бутээлийн нуруу» (аймак Булган, 2011 г., 604 266 га), национальный парк «Тужийн нарс» (аймак Сэлэнгэ, 2002 г., 70 805 га) и на расстоянии от границы расположены природные резерваты «Намнан уул» (аймак Булган, 2003 г., 29 684 га) и «Хан Жаргалант уул» (аймак Булган, 2003 г., 62 919 га) [4, 6, 24].

Для организации полноценной российско-монгольской трансграничной территории здесь необходимо создать несколько новых ООПТ для связывания их в единую кластерную систему: планируемые в Монголии строго охраняемая территория «Буренгийн нуруу» и природный резерват (заказник) «Товхохаан уул». Природоохранным ядром российской части должен стать кластерный заповедник «Джидинский» (или национальный парк «Селенга»), наиболее значимый с точки зрения сохранения природных сообществ и культурно-исторического наследия [25]. В состав трансграничной ООПТ «Селенга» также могут войти планируемые природные парки: «Междуречье» (или «Селенга») между устьями рек Чикой и Хилок, «Киранский» между Кяхтой и Усть-Кираном, «Ацульский» взамен ликвидированного в устье реки Темник заказника [4, 6, 13, 24].

3) «От Хубсугула до Байкала» – двусторонняя ТГОПТ в юго-западной части бассейна озера Байкал, включает национальный парк «Тункинский» (Бурятия, 1991 г., 1 183 662 га) со значительными степными площадями и остепненными сосняками и таежный Снежинский заказник регионального значения с высокотравными лугами и тундрами на верхних участках склонов гор (Бурятия, 1976 г., 238 480 га), а также в монгольском аймаке Хевсгел труднодоступную строго охраняемую территорию горнотаежные с тундровыми и луговыми участками «Хорьдол сарьдаг» (1997 г., 226 672 га), национальный парк «Хевсгел» (1992 г., 1 175 602 га) и природный памятник «Даяндээрхийн агуй» (2006 г., 31 277 га).

В состав ТГОПТ вероятно включение в Иркутской области регионального заказника «Иркутный» (1967 г., 26 635 га) и южной части Прибайкальского национального парка (1986 г., общая площадь ООПТ 417 297 га). Здесь планируются прилегающие к названным ООПТ природные парки «Пик Черского», «Теплые озера», «Утулик-Бабха» и заказник «Таловские озера» в Слюдянском районе Иркутской области, природный парк «Хангарульский» и заказник «Хамней» в Закаменском районе Республики Бурятия, а также планируемые монгольские природные резерваты «Их Тунэл-Эмгэд овгод», «Тэрхэн цагаан уул» [4, 6, 11, 13].

В центре территории располагается долина реки Иркут между двумя высокими горными цепями (с севера Тункинские гольцы, с юга Хангарульский хребет и западные отроги хребта Хамар-Дабан) и между двумя уникальными водными экосистемами – озерами Байкал с востока и Хубсугул на западе, водораздел между которыми – хребет Большой Саян.

Объединяющие горную территорию аспекты – родство хорошо сохранившегося растительного и животного мира межгорных котловин и хребтов Большой Саян, Тункинские гольцы, Хангарульский, окружающих озеро Хубсугул горных цепей; высокое биотическое и ландшафтное разнообразие; принадлежность к Байкальской рифтовой зоне с системой впадин байкальского типа, включая как непосредственно Хубсугульскую и Байкальскую, так и котловины Тункинской долины (Торская, Тункинская, Туранская, Хойто-Гольская, Мондинская) и Быстринскую (Слюдянский район Иркутской области); кроме того, Тункинская долина на протяжении веков была местом контакта шаманистских, ламаистских и православных верований [18].

4) «Саянский перекресток» – двусторонняя этно-природная горная трансграничная территория, находящаяся в наиболее возвышенной части Восточного Саяна, включающая в республике Тыва заповедник «Азас» (1985 г., 300 398 га), «Уш-Белдирский» кластер природного парка «Тыва» (одноименный заказник существовал с 1975 г., частью природного парка стал в 2015 г., 442 870 га), в Иркутской области заказник федерального значения «Тофаларский» (1971 г., 132 700 га), в Красноярском крае заказник регионального значения «Тайбинский» (1987 г., 61 400 га), в Монголии национальный парк «Тэнгис-Шишгедийн голын ай сав» (2011 г., 875 711 га) [4, 11, 26, 27].

В Бурятии планируемые природные парки «Горная Ока» и «Мунку Сардык» и в Тыве национальный парк «Арыг оран» [28] прилегают к действующим ООПТ. Кроме того, здесь планируются территории традиционного природопользования тюркоязычных горнооленных малочисленных народностей Восточного Саяна – тофаларов (Иркутская область, Нижнеудинский район), тоджинцев (Республика Тыва, Тоджинский район), духа или цаатаны (Монголия, Хубсугульский аймак) [4, 26, 27]. С 2015 г. здесь действует территория традиционного природопользования сойотов местного значения (Республика Бурятия, Окинский район), занимающая практический весь административный район, за исключением населенных пунктов, промышленных предприятий и иных участков, находящихся в собственности или долгосрочной аренде [18] (Kalikhman, 2019).

5) «Сайлюгем» – двусторонняя ТГОПТ, включающая кластерный национальный парк «Сайлюгемский» (Республика Алтай, 2010 г., 118 380 га) и в Монголии состоящий из 2 кластеров национальный парк «Сийлхэмийн нуруу» или в русскоязычном варианте – «Сыйлыкхэм» (аймак Баян Олгий, 2000 г., 147 875 га) для мониторинга численности редких высокогорных животных – снежного барса (ирбиса) и алтайского горного барана (аргали) [4, 6, 29].

6) «Дэлгэр-Мурэн» двусторонняя ТГОПТ в истоках одноименной реки на территории Республики Тыва (Россия) и в аймаке Хевсгел (Монголия). В ее состав могут войти проектируемый российский заповедник «Их-Тайрисин» по названию правого притока реки Дэлгэр-Мурэн, а также действующая строго охраняемая территория «Улаан-тайга» (2011 г., 431 695 га).

Этот приграничный участок наименее изучен, но очень ценен для сохранения биоразнообразия и как один из важных истоков Селенги. Долина реки Дэлгэр-Мурэн, окруженная горами высотой более 2500 м, располагает уникальными участками горных степей [4, 6, 11, 23, 28].

7) «Амурский тигр и леопард» двусторонняя водораздельная ТГОПТ, включающая в Приморье заповедник «Кедровая падь» (1924 г., 18 045 га), национальный парк «Земля леопарда» (2012 г., 261 869 га) и заказник регионального значения «Полтавский» (1963 г., 119 000 га) [9, 11]. С китайской стороны расположен относительно недавно созданный национальный парк «Амурский тигр и леопард» (2016 г., 1 460 000 га), который включил в свои границы бывшие национальные резерваты «Хунчунь» в провинции Гирин (или Цзилинь) и «Ванцин» в уезде Янь-Бянь Корейского автономного округа провинции Гирин и «Лаоелин» в провинции Хейлундзян [7, 30]. Природоохранное назначение этой существенной по площади трансграничной территории определено ее наименованием.

8) «Туманган» трехсторонняя ТГОПТ, находящаяся на стыке КНР, КНДР и Российской Федерации. С Российской стороны здесь функционирует пока единственная ООПТ – природный парк «Хасанский» (Приморский край, 1997 г., 52 778 га) [9, 11].

В северокорейском городском округе центрального подчинения Насон, судя по открытым источникам, пока не созданы ООПТ, но КНДР планирует создать новую охраняемую территорию близ границы с Россией. Несмотря на большую подготовительную работу, проделанную экспертами России, Китая и КНДР при поддержке ПРООН и Корейской национальной комиссии по делам ЮНЕСКО по созданию трансграничного биосферного резервата в нижнем течении реки Туманной, вопрос о его создании пока остается открытым, но активно продвигается Программа экономического развития района (зоны) Туманган (Tumen River Area Development Program, TRADP) [31]. В китайской провинции Гирин созданный национальный парк «Амурский тигр и леопард» [7, 30] самым южным участком касается этой территории.

С точки зрения ландшафтного и биотического разнообразия это очень ценные природные территории. Представленные здесь водно-болотные угодья совместно с Хасанским природным парком могут быть включены в список Рамсарской конвенции. Нижнее течение реки Туманной важно для сохранения биологического разнообразия и таких ключевых видов, как дальневосточный леопард и амурский тигр, не говоря о многочисленных водоплавающих и околоводных птицах России, Китая и КНДР. Это единственное место в России, где представлен дуб зубчатый и сходная с корейским полуостровом растительность, обширные луговые территории. Создание здесь ТГОПТ весьма перспективно. Основой для этого может стать заключенное в 1988 г. между КНДР и СССР двустороннее соглашение об охране мигрирующих птиц (Конвенция, 1987). Тем не менее, угроза создания здесь нового «Гонконга» серьезно угрожает природной среде трансграничной территории.

9) «Южные Курилы» двусторонняя ТГОПТ между Японией и Сахалинской областью (Россия). В российской части здесь расположены островные ООПТ: заповедник «Курильский» (1984 г., 65 365 га) и подчиняющийся ему заказник федерального значения «Малые Курилы» (1982 г., 45 000 га).

Заповедник состоит из 3 кластеров (Северный Кунаширский, Южный Кунаширский и Малая Курильская гряда, последняя включает в свою очередь острова Осколки и острова Демина). Заказник также состоит из 2 кластеров (Остров Шикотан и Острова Малой Курильской гряды, включающей острова Танфильева, Анучина, Юрий, Зеленый и Полонского). К северу от названных федеральных ООПТ находится региональный заказник «Островной» (южная часть острова Итуруп), который также мог бы войти в состав трансграничной ООПТ [9, 11, 32].

В непосредственной близости от этих двух ООПТ расположен остров Хоккайдо в одноименной префектуре Японии, со сходными природными характеристиками. Здесь расположены четыре национальных парка: крупнейший в Японии «Дайсецузан» (1934 г., 226 764 га), для которого характерны альпинотипные луга [33], «Акан Масю» (1934 г., 90 481 га) представляющего обширную кальдеру древнего вулкана, «Сиретоко» (1964 г., 71 100 га), известный своей популяцией бурого медведя и лесами умеренного, субальпийского и смешанного типов, «Кусиро-Сицуген» (1987 г., 26 900 га), охватывающий обширное болото Кусиро – место обитания водных и околоводных птиц [32].

Общее у этой ТГОПТ – вулканическое происхождение островов, растительный покров, видовое разнообразие. Создание такой ТГОПТ подразумевает доминанту природоохранных задач взаимодействия России с Японией над политическими. Путь создания ТГОПТ и нацеленность на природоохранные задачи позволили бы снизить проблемность тупикового состояния споров о принадлежности четырех Курильских островов.

10) «Берингия» двусторонняя ТГОПТ между США и Чукотским автономным округом (Россия). С российской стороны здесь действует обширный кластерный национальный парк «Берингия» (2013 г., 1 819 454 га). Он состоит из 5 участков (Колюченский, Чегитунский. Дежневский, Мечигменский и Провиденский) [9, 11]. Со стороны штата Аляска находятся прибрежные строгие природные резерваты «Bering Land Bridge» на полуострове Сьюард (1878 г., 1 091 595 га) и «Noatak» (был национальным памятником с 1978 г., стал заповедником в 1980 г., 2 658 746 га), национальные парки «Kobuk Valley» (1980 г., 33 000 га) и второй по величине в США «Gates of the Arctic» (с 1978 г. территория являлась памятником, с 1980 г. – национальным парком, площадью 3 428 700 га, из которой бóльшая часть заповедна, т.е. относится к «Wilderness» и составляет 2 900 460 га, а вместе с «Noatak» формирует самую большую заповедную территорию в США), национальный памятник «Cape Krusenstern» (1978 г.), находящийся в подчинении службы национальных парков США [34]. Основная задача всех этих

территорий сохранение особой берингийской морской и прибрежной луговой флоры и фауны и как часть миграционных путей карибу [35].

Кроме названных, обсуждается создание трансграничной ООПТ «Командорско-Алеутская гряда» с участием тундрового заповедника «Командорский», включающего острова Беринга, Медный, Топорков, Арий камень (Камчатский край, 1993 г., 3 648 679 га, в т.ч. акватория – 3 463 300 га) и самых западных Алеутских островов: Атту, Агатту и группа островов Семичей (Алаид, Низкий, Симия, Хаммерхед и Лотус) с акваторией (США, Аляска), где пока нет действующих ООПТ. Все острова по происхождению являются вулканическими горами и уникальны по составу растительности и животного мира [11, 18].

Общие проблемы деятельности ТГОПТ. В соответствии с целями Конвенции о сохранении биоразнообразия в подписавших ее странах доля ООПТ к 2020 г. должна быть не менее 17% [1]. Достижению этого результата должно способствовать и создание ТГОПТ.

Трансграничные ООПТ – это охраняемые территории, расположенные по обе стороны межгосударственной границы, имеющие единое или сходное юридическое основание и управляемые по единому плану. Трансграничные ООПТ способствуют сохранению, поддержанию и восстановлению биотического и ландшафтного разнообразия и снимают проблему искусственного разделения единых по составу и уровню развития природных территорий, что особенно важно для широкоареальных и мигрирующих животных. Трансграничные ООПТ действуют в соответствии со специальными межгосударственными соглашениями, заключенными между двумя и более странами.

Принципиальными в организации трансграничных ООПТ являются: высокая (глобальная) значимость с точки зрения сохранения биотического и ландшафтного разнообразия; хорошая сохранность природной среды в сравнении с иными подобными территориями; относительное сходство законодательства об охраняемых природных территориях и возможность принятия согласованных решений по их сохранению, поддержанию и восстановлению; возможность совместного или сходного управления [18]. Практика показывает, что в состав ТГОПТ могут входить ООПТ различных категорий, а также территории традиционного природопользования коренных малочисленных народностей. Нередки случаи, когда соседствующие с государственной границей охраняемые территории имеют общую администрацию (совет, комиссию), совместные научные и туристские программы.

Одной из основных проблем остается отсутствие в России федеральных законов об ООПТ международного значения, в т.ч. для трансграничных ООПТ и трансграничных территорий международного статуса, определяющих требования к сохранению и развитию территорий. Кроме того, замедляют процесс создания новых ТГОПТ существенные различия в политических режимах сопредельных стран и отношение к территориальной охране природы главных дипломатических и силовых структур России.

Список литературы

1. Тишков А.А. Географические основы заповедного дела России: сто лет методологии территориальной охраны природы // Вопросы географии. Сб. 143. «Географические основы заповедного дела (к 100-летию заповедной системы России)». М.: Издательский дом «Кодекс», 2017. С. 15-39.

2. Typology of Transboundary Conservation Areas // Global transboundary conservation network. [Электронный ресурс]. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.ba341461-63660463-55cb1347-74722d776562/www.tbpa.net/page.php?ndx=83 (дата обращения: 08.01.2024).

3. Международные и двусторонние особо охраняемые природные территории: мировой опыт и перспективы развития // Pandia. [Электронный ресурс]. URL: https://pandia.ru/text/77/434/17220.php (дата обращения: 02.02.2024).

4. Калихман Т.П., Богданов В.Н., Огородникова Л.Ю. Особо охраняемые природные территории Сибирского федерального округа. Атлас. Иркутск: Изд-во «Оттиск», 2012. 384 с.

5. Кирилюк О.К., Горошко О.А., Кирилюк В.Е. Международный заповедник «Даурия»: 10 лет сотрудничества. Чита: Экспресс-издательство, 2006. 60 с.

6. Улсын ТХГН-ийн мэдээллийн сан (Национальная база данных государственных охраняемых природных территорий. Монголия). [Электронный ресурс]. URL: https://www.eic.mn/spa/ (дата обращения: 02.02.2024).

7. **国家林**业和草原管理和国家公园管理 (Национальная администрация лесного хозяйства и пастбищных угодий и администрация национальных парков КНР). [Электронный ресурс]. URL: http://www.forestry.gov.cn. (дата обращения: 02.02.2024).

8. Квасов Д.Д. История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки (Серия: История озер СССР). Л.: Наука, 1989. 280 с.

9. Калихман Т.П., Бардаш А.В., Богданов В.Н., Огородникова Л.Ю., Климина Е.М., Бочарников В.Н. Особо охраняемые природные территории Дальневосточного федерального округа. Атлас. Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2018. 588 с.

10. Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Китайской Народной Республики о заповеднике «Озеро Ханка» от 25 апреля 1996 // Бюллетень международных договоров, 1997. № 1. [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/901752511?ysclid=la7zyh1wqj593277695 (дата обращения: 02.02.2024).

11. Бардаш А.В., Калихман Т.П. Картографическое обоснование трансграничной территориальной охраны природы в Сибири и на Дальнем Востоке // Геодезия и картография, 2020. Т. 81. № 4. С. 51-64.

12. «Убсунурская котловина» становится трансграничным биосферным резерватом // Сохранение степей России, 25.05.2011. [Электронный ресурс]. URL: http://savesteppe.org/ru/archives/6077 (дата обращения: 02.02.2024).

13. Савенкова Т.П., Оюунгэрэл Б. Трансграничные охраняемые природные территории Байкальского региона // Проблемы трансграничных территорий. Владивосток: Изд-во Тихоокеанского института географии ДВО РАН, 2004. С. 343-346.

14. Государственный природный биосферный заповедник «Убсунурская котловина» вошел во Всемирную сеть биосферных резерватов под эгидой ЮНЕСКО // Тувинский научный центр, 15.09.2022. [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/wall707777448_375?ysclid=la3pw6njl20752194 (дата обращения: 02.02.2024).

15. Винокуров Ю.И., Суразакова С.П., Красноярова Б.А. Трансграничная биосферная территория «Алтай»: идеи сохранения и развития // Регион: Экономика и социология. 2006. № 2. С. 156-163.

16. Красноярова Б.А., Орлова И.В., Рыбкина И.Д. Трансграничная биосферная территория (ТБТ) «Алтай»: необходимость и возможность создания // Ползуновский вестник. 2004. № 2. С. 30-38.

17. Яшина Т.В., Крыкбаева Р.Н. Трансграничный биосферный резерват «Большой Алтай»: от идеи к модели устойчивого развития приграничных регионов // Вопросы географии «Человек и биосфера. Вечно актуальная тема взаимодействия человека с природой». 2022. № 152. С. 458-475.

18. Kalikhman T.P. Environmental Transboundary Territories of Siberia and the Far East // Geography and Natural Resources. 2019. No. 4. P. 315-324.

19. В Улан-Баторе подписано соглашение о создании трансграничного резервата «Истоки Амура» // Сохранение степей России, 10.09.2014 [Электронный ресурс]. URL: http://savesteppe.org/ru/archives/11565 (дата обращения: 02.02.2024).

20. Сохранение степей России. В Улан-Баторе подписано соглашение о создании трансграничного резервата «Истоки Амура», 10.09.2014. [Электронный ресурс]. URL: http://savesteppe.org/ru/archives/11565 (дата обращения: 02.02.2024).

21. Малков Е.Э. Создается трансграничная охраняемая территория «Истоки Амура» // Степной бюллетень, 2013. № 38. С. 28-29.

22. Оргильянов А.И., Малков Е.Э., Писарский Б.И., Бадминов П.С., Ганчимэг Д. Минеральные воды проектируемой трансграничной особо охраняемой природной территории «Истоки Амура» // География и природные ресурсы. 2011. № 2. С. 46-54.

23. Калихман Т.П., Калихман А.Д. Трансграничные охраняемые природные территории бассейна озера Байкал // Экология и жизнь. 2012. № 5. С. 72-77.

24. Савенкова Т.П. Охраняемые природные территории бассейна озера Байкал. Атлас. Иркутск: Изд-во «Оттиск», 2002. 96 с.

25. В Бурятии может появиться новый заповедник // Фонд содействия сохранению Озера Байкал, 07.07.2010. [Электронный ресурс]. URL: http://www.baikalfund.ru/news/fund/article.wbp?article_id=d354a58c-39b5-40a4-800d-1141a6895c49 (дата обращения: 02.02.2024).

26. Иванов А.А., Калихман А.Д., Калихман Т.П. Б.Э. Петри в истории Саянского перекрестка. Иркутск: Изд-во «Оттиск», 2008. 260 с.

27. Калихман А.Д., Калихман Т.П. Проектирование трансграничной этно-природной охраняемой территории «Саянский перекресток». Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2009. 160 с.

28. Савенкова Т.П. Природные парки в границах Байкальской природной территории // Заповедное дело: проблемы охраны и экологической реставрации степных экосистем. Оренбург, 2004. С. 163-166.

29. Россия и Монголия создадут трансграничный резерват «Сийлхэм-Сайлюгем» // Новости Горного Алтая, 14.11.2018. [Электронный ресурс]. URL: https://www.gorno-altaisk.info/news/96406 (дата обращения: 02.02.2024).

30. Китай утвердил создание Национального парка тигра и леопарда. 22.12.2016. [Электронный ресурс]. URL: http://leopard-land.ru/news/5623 (дата обращения: 02.02.2024).

31. Программа экономического развития района (зоны) Туманган (Tumen River Area Development Program), 2007. [Электронный ресурс]. URL: https://tumangan.ru/strani.html (дата обращения: 02.02.2024).

32. 環境省 (Министерство охраны окружающей среды Японии [Электронный ресурс]. URL: http://www.env.go.jp/en/nature/nps/park/parks/akan _2.html (дата обращения: 02.02.2024).

33. 大雪山国立公園 (Национальный парк «Дайсецузан»), 04.07.2018. [Электронный ресурс]. URL: http://www.daisetsuzan.or.jp. (дата обращения: 02.02.2024).

34. Alaska’s 2021 Annual Report // United States. The Nature Conservancy in Alaska. The Nature Conservancy [Электронный ресурс]. URL: https://www.nature.org/en-us/about-us/where-we-work/united-states/alaska/ (дата обращения: 02.02.2024).

35. Россия и США подготовили меморандум о создании трансграничного резервата «Берингия» // ARCTICINFO, 20.11.2013 г. [Электронный ресурс]. URL: http://www.arctic-info.ru/news/ekologiya/rossiya_i_ssha_podgotovili_memorandum_o_sozdanii_transgranichnogo_rezervata_-beringiya/ (дата обращения: 02.02.2024).

УДК 581.95:502.75
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-551-558

РАРИТЕТНЫЙ КОМПОНЕНТ ФЛОРЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ КАГАЛЬНИЦКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

PROTECTED VASCULAR PLANT SPECIES IN KAGALNITSKY DISTRICT OF ROSTOV REGION

[*]Карасёва Т.А., [**]Матецкая А.Ю.
[*]Karasyova T.A., [**]Matetskaya A.Yu.

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

E-mail: [*]takaras@yandex.ru, [**]manuta@list.ru

Аннотация. В статье приводится анализ местонахождений охраняемых видов сосудистых растений Ростовской области в Кагальницком районе, выявленных в результате исследований 2013-2023 гг. в окрестностях ст-цы Кагальницкая и по гербарным фондам. В состав раритетного компонента Кагальницкого района входит 8 видов растений, в том числе 5 видов, включённых в Перечень объектов растительного мира, занесённых в Красную книгу Российской Федерации: *Bellevalia speciosa*, *Calophaca wolgarica*, *Iris notha*, *Paeonia tenuifolia* и *Stipa pulcherrima*. На изученной территории расположены крупнейшие по численности и занимаемой площади локалитеты *Calophaca wolgarica* и *Iris notha* в юго-западных районах Ростовской области, а также единственные сохранившиеся местонахождения *Salvia austriaca* по левобережью нижнего течения р. Дон. Приводятся данные о состоянии ценопопуляций видов. Территория, охватывающая склоны правого коренного берега р. Кагальник против ст-цы Кагальницкой и прилегающие степные балки, предлагается к организации ООПТ.

Ключевые слова: охраняемые виды растений, ценопопуляции, *Bellevalia speciosa*, *Calophaca wolgarica*, *Iris notha*, Кагальницкий район.

Abstract. A paper is devoted to the analysis of protected vascular plant species localities within Kagalnitsky district of the Rostov Region, based on the results of research conducted during 2013-2023 at the vicinity of Kagalnitskaya village and on the materials of herbarium funds. A list of Kagalnitsky district protected plants includes eight species; five of them also belong to a List of flora listed in the Red Book of the Russian Federation: *Bellevalia speciosa*, *Calophaca wolgarica*, *Iris notha*, *Paeonia tenuifolia*, and *Stipa pulcherrima*. A most large localities of *Calophaca wolgarica* and *Iris notha* at southwest districts of Rostov Region are situated at the territory studied, as well as all remained *Salvia austriaca* localities to the south of the Lower Don within Rostov Region. Main population characteristics of the plant species are described. A territory enveloping of the steppe slopes of the right bank of Kagalnik river and adjacent steppe beams is recommended to protection.

Key words: protected plant species, coenopopulations, *Bellevalia speciosa*, *Calophaca wolgarica*, *Iris notha*, Kagalnitsky district.

Введение. Проблема выявления раритетного компонента флор хозяйственно освоенных территорий степной зоны юга европейской части России продолжает оставаться актуальной. К таким территориям относятся южные и юго-западные районы Ростовской области, доля площади которых, в настоящее время занятая сельскохозяйственными угодьями, в ряде случаев превышает 90%. Один из таких районов – Кагальницкий район Ростовской области.

В системе ботанико-географического районирования Ростовской области Кагальницкий административный район принадлежит к Азово-Егорлыкскому ботанико-географическому району, охватывающему северную часть Ейско-Егорлыкской равнины по левому берегу долины р. Дон в нижнем его течении. Плотность овражно-балочной сети на территории района невысокая, балки неглубокие, с пологими склонами, перепады высот незначительны. До начала интенсивного хозяйственного освоения территории на водоразделах господствовали богаторазнотравно-дерновиннозлаковые степи с доминированием *Stipa ucrainica* P. Smirn. и *S. lessingiana* Trin. & Rupr. на мощных и среднемощных чернозёмах обыкновенных карбонатных [1, 2]. Слабая расчленённость рельефа и характер почвенного покрова в пределах района способствовали тому, что степи на плакорах уже к концу 1930-х гг. были практически полностью распаханы. Общая площадь Кагальницкого района составляет 1370,24 км^2, из них площадь сельскохозяйственных угодий – 1249 км^2 [3]. В настоящее время небольшие по площади степные участки сохранились на склонах некоторых балок, на склонах долины р. Кагальник и её

притоков. К основным формам антропопрессии следует отнести пасквальную нагрузку, сенокошение, степные палы, рекреационное воздействие.

Географическое положение территории, её ландшафтные особенности и высокая степень сельскохозяйственного освоения наряду со сравнительно слабой флористической изученностью до периода массовой распашки степных целин обусловливают относительно невысокую представленность раритетного компонента флоры Ростовской области в Кагальницком районе по сравнению с другими. В первом издании Красной книги Ростовской области [4] для Кагальницкого района и по его границам приводится пять видов сосудистых растений: *Crambe aspera* Bieb., *Crambe tataria* Sebeók, *Iris notha* M. Bieb., *Linum hirsutum* L., *Paeonia tenuifolia* L. По итогам последующего мониторинга состав раритетного компонента флоры Кагальницкого района был уточнён и дополнен; во втором издании Красной книги Ростовской области [5] для района указываются 9 видов: *Iris notha*, *Linum hirsutum*, *Paeonia tenuifolia*, *Bellevalia sarmatica* (Pall. ex Georgi) Woronow, *Calophaca wolgarica* (L. f.) DC., *Iris pumila* L., *Salvia austriaca* Jacq., *Stipa pulcherrima* K. Koch и *Stipa ucrainica* P. Smirn. Для районов, сопредельных с Кагальницким, здесь же приводится 13 видов охраняемых растений, обнаружение местонахождений которых возможно на территории Кагальницкого района.

Материалы и методы исследования. Материалами для выявления раритетного компонента флоры послужили:

1. Результаты маршрутно-экскурсионного обследования территории, проводимые в 2013-2023 гг. по следующим маршрутам:

– правый берег р. Кагальник на протяжении до 0,7 км выше по течению и 1,5 км ниже по течению от ст-цы Кагальницкая, включая систему балочек, пересекающих склоны высокого коренного берега;

– балку к северу от ст-цы Кагальницкая по правому берегу р. Кагальник общей протяжённостью 1,55 км;

– правый отрог в верховьях балки Орловской по правобережью балки Кутейникова, также принадлежащей к системе балок правобережья р. Кагальник.

2. Научные фонды Гербария кафедры ботаники ЮФУ им. И.В. Новопокровского (RV), Гербария Ботанического сада ЮФУ (RWBG), Цифрового гербария МГУ [6].

Для уточнения распространения некоторых видов также привлекались дополнительные печатные и иные источники.

В обнаруженных местонахождениях охраняемых видов кратко описывался характер растительного покрова, определялись основные характеристики ценопопуляций (ЦП) (плотность, примерная занимаемая площадь и численность), в ряде случаев измерялись некоторые морфометрические показатели видов. Номенклатура таксонов уточнялась по базе Plants of the World Online [7].

Результаты и их обсуждение. В результате проведённой работы на территории Кагальницкого района выявлено произрастание восьми видов высших сосудистых растений, охраняемых в Ростовской области.

***Bellevalia speciosa* Woronow ex Grossh.** (*B. sarmatica* (Pall. ex Miscz.) Woronow) – **Бельвалия великолепная**. Многолетний луковичный поликарпик, эндем Причерноморья. Произрастает в зональных целинных и каменистых степях, на склонах степных балок, степных залежах, опушках зарослей кустарников, в светлых лесополосах; предпочитает карбонатные малогумусные чернозёмы [5, 8, 9]. Выступает маркером сохранившихся участков южных понтических степей [8]. В Перечне видов растений, занесённых в третье издание Красной книги Ростовской области [10], категория статуса редкости 2 – вид, сокращающийся в численности и/или распространении, статус угрозы исчезновения БУ – вид, находящийся в состоянии, близком к угрожаемому. В Перечне объектов растительного мира, занесённых в Красную книгу Российской Федерации [11], категория статуса редкости 2, статус угрозы исчезновения У.

На обследованной территории бельвалия обнаруживается почти повсеместно на сохранившихся степных и остепнённых участках на приводораздельных склонах правого берега долины р. Кагальник и склонах пересекающих его балочек. Наиболее многочисленные и плотные ЦП бельвалии приурочены к выходам лёссовидных суглинков на более крутых эродированных участках на склонах южной и юго-восточной экспозиций. Здесь *B. speciosa* входит в состав разнотравно-злаковых петрофитных ассоциаций смешанного состава с доминированием *Bromopsis inermis* Leyss., *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng и участием степного, сорно-степного и петрофильного разнотравья (*Lysimachia foemina* (Mill.) U. Manns & Anderb., *Stachys*

atherocalyx K. Koch, *Thymus pannonicus* All. и др.). В верхних частях приводораздельных склонов и на нетронутых фрагментах водораздела бельвалия выступает компонентом разнотравно-мелкодерновиннозлаковых степных сообществ с доминированием *Festuca rupicola* Heuff., *Koeleria pyramidata* (Lam.) P. Beauv., *Bromus riparius* Rehmann и значительной ценотической ролью степного и петрофильного разнотравья (*Galatella villosa* (L.) Rchb. f., *Salvia nutans* L., *Nepeta ucranica* subsp. *parviflora* (M.Bieb.) M. Masclans, *Cephalaria uralensis* (Murray) Roem. & Schult. и др.). Здесь очаги наибольшей плотности популяции также тяготеют к элементам микрорельефа с несформированным почвенным покровом и разреженным травостоем (ОПП 70-75%). В балке к северу от ст-цы Кагальницкой и отроге балки Орловской бельвалия встречается преимущественно в верхней части склонов и на прилегающих участках водораздела, окаймляющих лесные полосы, на более мощных представителях чернозёмов обыкновенных карбонатных. Здесь вид входит в состав сообществ переходного характера с доминированием *Bromopsis inermis*, существенной ценотической ролью вплоть до содоминирования *Bromus riparius* и *Stipa lessingiana* и достаточно разнообразным по составу степным разнотравьем (*Achillea nobilis* L., *Artemisia austriaca* Jacq., *Marrubium peregrinum* L. и др.).

Пространственная структура популяций контагиозная, диффузно-контагиозная, плотность ЦП в местах концентрации на склонах южной и юго-восточной экспозиций от 7-8 до 20 экз./м^2, на склонах восточной, северо-восточной экспозиции и на водоразделе в очагах насчитывается до 9 особей на м^2. Общая плотность ценопопуляций низкая: в балке к северу от ст-цы Кагальницкой на площади около 8000 м^2. обнаружено всего 47 растений. По возрастной структуре популяции неполночленные с резко выраженным правосторонним спектром, в отдельные годы прегенеративные особи в их составе не обнаруживаются.

***Calophaca wolgarica* (L. fil.) DC. – Майкараган волжский**. Степной кустарник простратного габитуса; дизъюнктивный палеоэндемик юга Восточной Европы, миоценовый реликт. Произрастает в целинных разнотравно-дерновиннозлаковых степях, в понижениях среди полынно-дерновиннозлаковых степей, в каменистых степях и тимьянниках, на склонах балок, по опушкам степных кустарников [5, 8, 9]. В Перечне видов растений, занесённых в третье издание Красной книги Ростовской области [10], категория статуса редкости 2 – вид, сокращающийся в численности и/или распространении, статус угрозы исчезновения У – уязвимый вид. В Перечне объектов растительного мира, занесённых в Красную книгу Российской Федерации [11], категория статуса редкости 2, статус угрозы исчезновения У. Приводится в Красном списке МСОП [12] как вызывающий наименьшие опасения.

До массового хозяйственного освоения территории района данный вид, несомненно, выступал обычным компонентом разнотравно-ковыльных степей на плакорах. А.Ф. Флёров [13] указывает его произрастание на степях и по холмам Донского края в нескольких местонахождениях, включая окрестности ст-цы Кагальницкой. Это подтверждается образцами гербарных фондов кафедры ботаники ЮФУ (RV), которые могут быть отнесены либо к Кагальницкому району, либо к пограничной части Зерноградского района:

Calophaca nigricans (Pall.) B. Fedtsch. Залежь между балками Малый и Средний Хомутец. К ЮВ от станицы Кагальницкой. 4/VI.1930 г. [Аноним]

Calophaca nigricans (Pall.). ЮЮВ склон правого берега балки Ракитной (Гоголевой). 08/VI.1930 г. [Аноним]

В настоящее время *C. wolgarica* весьма широко распространён по степным склонам долины Кагальника и степным балкам, произрастая главным образом по вершинам и верхним частям склонов и прилегающим участкам водораздела, спускаясь на склоны поперечных балочек. Ценопопуляции вида на правом коренном берегу р. Кагальник входят в состав неоднородного по структуре травостоя с доминированием *Stipa lessingiana*, *Galatella villosa*, *Bothriochloa ischaemum*, *Bromopsis inermis*, *реже Stipa capillata* L., образующих на различных эдафотопах грудницево-бородачёвые, грудницево-ковылковые, кострецовые и другие ассоциации. В балках майкараган может примешиваться к зарослям низкорослых степных геофильных кустарников *Prunus tenella* Batsch, *Caragana frutex* (L.) K. Koch; также он заходит под полог разреженных робиниевых лесополос и сосновых посадок. Прерывистая цепочка ценопопуляций *C. wolgarica*, протянувшаяся примерно на 1,5 км вниз по реке от ст-цы Кагальницкой, суммарно насчитывает, вероятно, не менее 800 особей. Плотность размещения кустов – от 3 до 14 особей на 100 м^2 (в среднем 6±2), что существенно меньше по сравнению с популяциями вида в восточных районах Ростовской области [5]. По возрастной структуре популяции неполночленные, правосторонние, с резким преобладанием генеративных особей

(90,6-97,8%), среди которых наибольшая доля приходится на средневозрастные генеративные (69,6-78,3% от общего числа учтённых растений). Экземпляры майкарагана, произрастающие в верхней части склонов южной и юго-восточной экспозиций, отличаются выдающимися размерными показателями; максимальный диаметр генеративного растения варьирует от 55 до 398 см, в среднем составляя 201 ± 12 см.

Изолированная ЦП *C. wolgarica* в отроге балки Орловской насчитывает около 140 растений на площади свыше 5000 м^2. и входит в состав ковылково-типчкаово-разнотравной кустарничковой степи с доминированием *Festuca rupicola* Heuff., *Prunus tenella* и *Bromus riparius* и значительной ценотической ролью разнотравья, в составе которого следует выделить специфические виды южных степей: *Pentanema asperum* (Poir.) G. V. Boiko & Korniy., *Pentanema germanicum* (L.) D. Gut. Larr., Santos-Vicente, Anderb., E. Rico & M. M. Mart. Ort., *Galium verum* ssp. *ruthenicum* (Willd.) P. Fourn., а также *Galatella sedifolia* subsp. *dracunculoides* (Lam.) Greuter, *Phlomoides tuberosa* (L.) Moench, *Nepeta nuda* subsp. *nuda*, *Coronilla varia* L. и др. Диаметр генеративных растений колеблется от 38 до 286 см и в среднем равен 130±13 см. Отмечается периодичность в цветении и плодоношении: так, в 2016 г. около половины кустов, по размерным характеристикам отнесённые к генеративным, не образовывали плодов. Основной лимитирующий фактор антропогенного характера для майкарагана – неумеренный выпас: хорошая сохранность популяций по вершинам склонов обусловлена практически полным отсутствием пасквальной нагрузки, тогда как местонахождение вида на склоне балки к северу от станицы на сбитом участке типчаково-ковылковой степи представлено пятью-семью сильно угнетёнными растениями.

На основе приведённых данных можно заключить, что локальная популяция *Calophaca wolgarica* по правобережью р. Кагальник в пределах Кагальницкого района насчитывает до 1000-1200 растений и таким образом, наряду с популяцией вида в окрестностях хут. Заполосный Зерноградского района, представляет собой один из крупнейших сохранившихся локалитетов этого реликтового вида в левобережных юго-западных районах Ростовской области.

***Crambe tataria* Sebeók – Катран татарский**. Стержнекорневой травянистый степной многолетник; западно-номадийский вид с фрагментированным ареалом. Произрастает в целинных разнотравно-дерновиннозлаковых и дерновиннозлаковых степях, на каменистых склонах балок, опушках. Изредка отмечается на залежах, обочинах дорог, по железнодорожным насыпям, краям полей, лесополосам. Может расти на меловых обнажениях, поселяясь преимущественно на плотном мелу и мелкощебнистых незадернованных участках [5, 14, 15]. В Перечне видов растений, занесённых в третье издание Красной книги Ростовской области [10], виду присвоена категория статуса редкости 2 – вид, сокращающийся в численности и/или распространении, статус угрозы исчезновения У – уязвимый вид.

Из Кагальницкого района *C. tataria* известен по единственной находке:

Crambe tataria Sebeók. 10 км северо-западнее ст-цы Кировской, обочина автотрассы Кировская-Батайск, залежь. Очень редко. 31.05.2021 г. И.П. Кузьменко (RWBG).

Целесообразен поиск вида на сохранившихся участках плакора по межам полей и прилегающих к железнодорожным насыпям и склонам балок.

***Crocus reticulatus* Steven ex Adams – Шафран сетчатый**. Клубнелуковичный многолетник, весенний степной и луговой эфемероид с коротким периодом вегетации; субсредземноморско-малоазиатский вид с довольно обширным ареалом. Произрастает в целинных степях, на склонах балок и речных долин, полянах и опушках байрачных лесов и кустарниковых зарослей, в искусственных лесонасаждениях, реже встречается на опушках пойменных лесов; в горных частях ареала поднимается до среднего горного пояса [5, 16]. В соседних с Ростовской областью регионах исключен из списка охраняемых, так как его популяции достаточно многочисленны и их состояние не вызывает опасений [9, 17, 18]. В Перечне видов растений, занесённых в третье издание Красной книги Ростовской области [10], категория статуса редкости 2 – вид, сокращающийся в численности и/или распространении, статус угрозы исчезновения БУ – вид, находящийся в состоянии, близком к угрожаемому.

В Кагальницком районе *C. reticulatus* обнаружен в окрестностях с. Васильево-Шамшево на днище одной из балок к северу от села, где очень редок [19]. В местообитании вида отмечен высокий уровень антропопрессии, преимущественно в форме пасквальной нагрузки, что в сочетании с крайне небольшой численностью популяции повышает степень её уязвимости. Можно ожидать более широкое распространение шафрана сетчатого в районе исследования, что требует целенаправленной проверки, поскольку из-за ранних сроков цветения (в регионе конец

февраля – начало апреля) вид часто не выявляется при флористических обследованиях в летний период.

***Iris notha* M. Bieb. – Ирис ненастоящий**. Травянистый корневищный степной многолетник. Эндемик Предкавказья, редкий в пределах всего ареала. Растёт в разнотравных степях, на остепнённых лугах, среди кустарников и редколесий, по склонам холмов и балок, в долинах малых рек [5, 8, 9]. В Перечне видов растений, занесённых в третье издание Красной книги Ростовской области [10], имеет категорию статуса редкости 2 – вид, сокращающийся в численности и/или распространении, статус угрозы исчезновения И – исчезающий вид. В Перечне объектов растительного мира, занесённых в Красную книгу Российской Федерации [11], категория статуса редкости 2, статус угрозы исчезновения У. Включён в Красный список МСОП как *Iris spuria* subsp. *notha* [12] со статусом «уязвимый вид».

Единственный гербарный образец *I. notha* (RV), который может быть отнесён к Кагальницкому району, собран в 1920-х гг., без точной привязки, по р. Эльбузд, у юго-западной границы территории. В настоящее время в районе известно три ценопопуляции вида, приуроченных к системе балок правобережья р. Кагальник, из которых две наиболее многочисленные выявлены в балках по правому берегу реки в непосредственной близости от ст-цы Кагальницкая. Ценопопуляция в южной балке произрастает в средней части склона северной экспозиции и входит в состав разнотравно-типчаковой ассоциации с доминированием *Festuca rupicola,* которой содоминируют *Elymus repens* (L.) Gould, *Galatella villosa* и *Stipa capillata*, и существенным ценотическим вкладом разнотравья, образованного как типичными степными (*Stachys atherocalyx*, *Astragalus austriacus* Jacq., *Clematis lathyrifolia* Besser ex Trautv. и др.), так и опушечно-степными и лугово-степными видами (*Agrimonia eupatoria* L., *Glycyrrhiza glabra* L., *Astragalus cicer* L. и др.). Данная ЦП была впервые обнаружена в 2013 г., детально изучалась в 2014 гг. [20] и затем в 2023 г. Определение численности ЦП в 2013 г. путём тотального подсчёта особей выявило 131 генеративное растение и не менее 50 вегетирующих; в 2023 г. приблизительная численность ЦП осталась прежней. Число вегетативных растений в местах концентрации по меньшей мере в 3 раза превышает число генеративных особей. Их плотность на 1 м^2 составила от 2 до 13 (в среднем 7±1) и от 1 до 6 (в среднем 2±1), соответственно. Общая плотность растений ириса в очагах концентрации варьирует от 3 до 17 и в среднем равна 9±2 экз./м^2. Суммарная площадь, занимаемая ценопопуляцией, составляет не менее 1500 м^2. Жизненное состояние растений в популяции достаточно стабильно. Так, средняя высота цветоносного побега в 2013 г. составила 62,9±0,8 см, в 2014 г. – 61,0 см [20], в 2023 г. – 70,1±0,9 см.

Сходными характеристиками обладает ЦП *I. notha*, впервые обнаруженная в 2023 г. на склоне северной экспозиции небольшого отрога балки, расположенной к северу от предыдущей. Здесь изучаемый вид приурочен к разнотравно-злаковой ассоциации с доминированием *Bromopsis inermis, Botriochloa ischaemum u Stipa capillata* и сравнительно высоким обилием *Agrimonia eupatoria, Galium verum* ssp. *ruthenicum, Medicago falcata* subsp. *romanica* (Prodan) Hayek*, Fragaria viridis* Weston и других видов разнотравья. Плотность растений здесь существенно выше по сравнению с ЦП в соседней балке и составляет в очагах концентрации на 1 м^2 от 1 до 14 генеративных особей (в среднем 4±1) и от 1 до 33 вегетирующих (в среднем 14±3). Общая же плотность достигает 18±3 растений на м^2, варьируя от 2 до 37. Благодаря этому при сравнительно небольшой площади, не превышающей 400 м^2, общая численность данной ЦП может быть оценена в 240-250 растений. Морфометрические характеристики генеративных особей близки к показателям растений соседней ЦП (средняя высота генеративного побега 72,9±0,8 см). Отмечены следы повреждения коробочек насекомыми-семяедами, что приводилось ранее в литературе [20]. Учитывая местоположение ценопопуляции относительно соседней, чётко выраженный очаговый характер размещения особей, а также изолированность устья балки от долины реки протяжённым участком древостоя, есть основания полагать, что данная ЦП возникла в результате относительно недавнего заноса зачатков со стороны более крупной ЦП в балке ниже по течению.

Ценопопуляция *I. notha*, произрастающая в отроге балки Орловской, существенно отличается от описанных выше. Растения ириса здесь приурочены к разнотравно-кострецовому сообществу с доминированием *Bromus riparius*, значительным участием *Poa angustifolia* L. и *Phlomoides tuberosa* и общим небогатым видовым составом, занимающему опушку терновых зарослей в нижней части склона восточной экспозиции. Численность популяции невелика; в ходе учёта отмечено 17 генеративных растений, достигающих в среднем высоты 90 см, и несколько вегетирующих особей.

Можно заключить, что локальная популяция *Iris notha* по правобережью р. Кагальник в окрестностях ст-цы Кагальницкой, наряду со значительной по численности популяцией вида в Азовском районе, в настоящее время является одним из крупнейших локалитетов данного вида в границах Ростовской области, в то же время обозначая северную границу его распространения.

***Paeonia tenuifolia* L. – Пион тонколистный**. Травянистый короткокорневищный степной многолетник-гемиэфемероид с достаточно широким, но сильно фрагментированным ареалом, представитель «северного» степного разнотравья. Произрастает в разнотравно-дерновиннозлаковых (очень редко в дерновиннозлаковых) и каменистых степях, предпочитая выщелоченные чернозёмы. Растёт также на травянистых и каменистых склонах, по опушкам кустарниковых зарослей и байрачных лесов, в речных долинах [5, 8, 9]. В Перечне видов растений, занесённых в третье издание Красной книги Ростовской области [10], категория статуса редкости 2 – вид, сокращающийся в численности и/или распространении, статус угрозы исчезновения БУ – вид, находящийся в состоянии, близком к угрожаемому. В Перечне объектов растительного мира, занесённых в Красную книгу Российской Федерации [11], категория статуса редкости 3, статус угрозы исчезновения БУ. Приводится в Красном списке МСОП [12] как вид с недостаточными данными, внесён в Европейский красный список [21], Приложение I Бернской конвенции [22].

В Кагальницком районе произрастание пиона тонколистного было установлено в 2016 г. в отроге балки Орловской, где был обнаружен единственный плодоносящий экземпляр. Здесь *P. tenuifolia* входит в состав кустарничково-разнотравно-дерновиннозлакового остепнённого сообщества на чернозёме обыкновенном карбонатном среднемощном. В составе ценоза доминируют *Prunus tenella, Festuca rupicola* и *Bromus riparius*; значительно участие представителей степного разнотравья: *Pentanema asperum*, *Galatella sedifolia* subsp. *dracunculoides*, *Euphorbia seguieriana* Neck. и др. Несомненно, *P. tenuifolia* как характерный представитель богаторазнотравно-дерновиннозлаковых степей прежде был распространён в районе значительно шире. А.Ф. Флёровым [13] данный вид приводится в целом для территории Донского края как обыкновенный, местами обильный. Учитывая экологические потребности вида, необходим его поиск на сохранившихся фрагментах плакора и пологих склонов балок на более мощных видах чернозёмов обыкновенных.

***Salvia austriaca* Jacq. – Шалфей австрийский**. Малолетнее стержнекорневое травянистое растение; паннонско-причерноморский вид, находящийся на территории Ростовской области на восточной границе ареала. Произрастает в приазовских разнотравно-дерновиннозлаковых целинных степях, в каменистых степях, на склонах балок, среди низкорослых степных кустарников, предпочитая высококарбонатные чернозёмы [5]. В Перечне видов растений, занесённых в третье издание Красной книги Ростовской области [10], категория статуса редкости 3 – редкий вид, статус угрозы исчезновения БУ – вид, находящийся в состоянии, близком к угрожаемому.

Произрастание *S. austriaca* в Кагальницком районе впервые отмечено в 2013 г. Выявленная ценопопуляция вида произрастает в верхней части приводораздельного склона правого коренного берега р. Кагальник напротив ст-цы Кагальницкой в комплексном растительном покрове, сложенном фрагментами сообществ ковылково-разнотравно-типчаковой каменистой степи (с доминированием *Festuca valesiaca* Gaudin и значительным участием *Salvia nutans, Galatella villosa*, *Stipa lessingiana*) и петрофильных разнотравно-бородачёвых сообществ, основу которых составляют *Bothriochloa ischaemum*, *Cephalaria uralensis* и *Salvia nutans*. Общая площадь ЦП – не менее 150 м^2, численность – несколько сотен особей [23]. Состояние популяции стабильно, за период 2014-2023 гг. не претерпело существенных изменений.

По данным Цифрового гербария МГУ [6], в 2015 г. был выявлен новый локалитет *S. austriaca* в Кагальницком районе:

Salvia austriaca Jacq. Ростовская обл., к В от г. Ростова-на-Дону в сторону Зернограда, между станицами Кировской и Кагальницкой, балка к С от дороги. 09.06.2015 г. Coll.: I. Schanzer, G. Sramko, O. Demina (MHA0450877; MHA0450963).

Ранее шалфей австрийский был известен в левобережных районах Ростовской области из Зерноградского района по гербарным сборам 1935 г. (RV); позже данные местонахождения не подтверждались и, вероятно, были утрачены в результате сельскохозяйственного освоения территории. Таким образом, рассмотренные местонахождения *S. austriaca* в Кагальницком районе в настоящее время выступают единственными подтверждёнными локалитетами вида по левобережью нижнего течения Дона в Ростовской области.

***Stipa pulcherrima* K. Koch – Ковыль красивейший**. Плотнодерновинный многолетний степной злак; казахстанско-европейский вид с сильно фрагментированным ареалом. Произрастает в относительно влажных вариантах целинных разнотравно-дерновинных, петрофитных и луговых степей, часто на выходах карбонатных пород, а также на склонах балок и речных долин, по опушкам байрачных лесов и зарослей кустарников. В некоторых типах степей может выступать в качестве доминанта [5, 8, 9]. В Перечне видов растений, занесённых в третье издание Красной книги Ростовской области [10], категория статуса редкости 2 – вид, сокращающийся в численности и/или распространении, статус угрозы исчезновения БУ – вид, находящийся в состоянии, близком к угрожаемому. В Перечне объектов растительного мира, занесённых в Красную книгу Российской Федерации [11], категория статуса редкости 3, статус угрозы исчезновения БУ.

В 2023 г. ковыль красивейший обнаружен в верховьях балки, открывающейся в р. Кагальник напротив ст-цы Кагальницкой, в составе типчаково-разнотравной степи в числе нескольких экземпляров. Целесообразен дальнейший поиск вида в районе на сохранившихся участках плакоров и по склонам степных балок.

Представленный список охраняемых видов растений Кагальницкого района в сравнении с перечнем, составленным по данным 2-ого издания Красной книги Ростовской области [5], пополнен двумя видами (*Crambe tataria* и *Crocus reticulatus*), тогда как произрастание в районе трёх приводимых в этом издании видов пока не подтверждено. *Linum hirsutum* L. (лён жёстковолосистый) – травянистый многолетник степей и обнажений карбонатных пород, в Ростовской области произрастающий почти исключительно на выходах мела и мергеля. Данный вид приводился для окрестностей ст-цы Кагальницкой А.Ф. Флёровым [13]; исходя из экофитоценотической приуроченности вида, можно ожидать его произрастание на обнажениях лёссовидных суглинков по правому коренному берегу р. Кагальник напротив станицы, однако к настоящему времени подтвердить произрастание *Linum hirsutum* здесь пока не удалось. *Iris pumila* L. (ирис низкий) и *Stipa ucrainica* P. Smirn. (ковыль украинский) – широко распространённые в Ростовской области степные виды, приводящиеся, в том числе, и для Кагальницкого района, однако без конкретных географических указаний и подтверждения гербарными сборами. Целесообразны поиски данных видов на сохранившихся участках степных плакоров, по сельскохозяйственным неудобьям и склонам балок.

На территории Кагальницкого района можно ожидать также произрастания следующих охраняемых видов Ростовской области, известных из сопредельных районов: *Adonis vernalis* L. (горицвет весенний) – приурочен к разнотравно-дерновиннозлаковым и каменистым степям, А. Ф. Флёровым (1938) указывается его частое произрастание в Донском крае, известно два местонахождения в Азовском районе; *Astragalus ponticus* Pall. (астрагал понтийский) – для Зерноградского района приводятся две популяции, в том числе одна в окрестностях ст-цы Мечётинской по р. Мечётка – левому притоку р. Кагальник (утрачена в результате распашки степных целин); *Caragana scythica* (Kom.) Pojark. (карагана скифская) – известны местонахождения в Азовском и Зерноградском районах [5, 13]. Перечисленные виды по фитоценотической приуроченности близки к приведённым выше и могут быть обнаружены в сходных местообитаниях.

В числе видов растений Кагальницкого района, охраняемых на региональном уровне, 5 видов включено в Перечень объектов растительного мира, занесённых в Красную книгу Российской Федерации [11]: *Bellevalia specoisa*, *Calophaca wolgarica*, *Iris notha*, *Paeonia tenuifolia* и *Stipa pulcherrima*. Пион тонколистный, помимо этого, включён в Европейский красный список и Приложение I Бернской конвенции, ирис ненастоящий – в Красный список МСОП [7, 21, 22]. Наиболее значительная концентрация видов высокого созологического статуса отмечается на склонах правого коренного берега р. Кагальник против ст-цы Кагальницкая и в прилегающих балках. Произрастающие здесь популяции *Iris notha* и *Calophaca wolgarica* принадлежат к числу крупнейших и наиболее хорошо сохранившихся в глубоко хозяйственно освоенных юго-западных районах Ростовской области. Эти обстоятельства, а также общая хорошая сохранность ландшафтов каменистых степей в окрестностях ст-цы Кагальницкая и отсутствие других территорий охранного статуса в Кагальницком районе позволяют рекомендовать склоны правого коренного берега р. Кагальник и систему прилегающих балок к организации ООПТ областного значения.

Список литературы

1. Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И. Степи Евразии. Л.: Наука, 1991. 146 с.

2. Федяева В.В. Растительный покров // Природные условия и естественные ресурсы Ростовской области. Ростов н/Д.: Батайск. книжн. изд-во, 2002. С. 226-282.

3. Кагальницкий район на официальном портале Правительства Ростовской области Режим доступа: https://www.donland.ru/activity/77/ (дата обращения: 17.02.2024).

4. Красная книга Ростовской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений. Т. 2 / Ред. В.В. Федяева. Ростов н/Д: Изд.-полигр. фирма «Малыш», 2004. 334 с.

5. Красная книга Ростовской области: в 2 т. 2-е изд. / Минприроды Рост. обл. Ростов н/Д.: Минприроды Рост. обл., 2014. Т. 2. Растения и грибы / Науч. ред. В.В. Федяева. Ростов н/Д, 2014. 343 с.

6. Серегин А.П. (ред.) Цифровой гербарий МГУ: Электронный ресурс. М.: МГУ, 2024. URL: https://plant.depo.msu.ru/ (дата обращения: 15.02.2024).

7. Plants of the World Online. URL: https://powo.science.kew.org/ (дата обращения: 17.02.2024 г.)

8. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / МПР РФ; Росприроднадзор; РБО; МГУ им. М.В. Ломоносова; Гл. редколл.: Ю.П. Трутнев и др.; Сост. Р.В. Камелин и др.; Отв. ред. Л.В. Бардунов, В.С. Новиков. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008.

9. Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы. 3-е изд. / Отв. ред. С.А. Литвинская. Краснодар, 2017. 850 с.

10. Перечень видов растений, занесенных в третье издание Красной книги Ростовской области (2023). URL: https://минприродыро.рф/documents/active/284725/?ysclid=lsutv2r0fl794527750 (дата обращения: 02.02.2024).

11. Перечень объектов растительного мира, занесённых в Красную книгу Российской Федерации (2023). URL: https://docs.cntd.ru/document/1301909451?ysclid=lsuqii1i8g464107081 (дата обращения: 10.02.2024).

12. IUCN Red List of Threatened Species. URL: https://www.iucnredlist.org/ (дата обращения: 08.02.2024).

13. Флёров А.Ф. Список растений Северного Кавказа и Дагестана. Ростов н/Д, 1938. 695 с.

14. Красная книга Волгоградской области: в 2-х т. 2-е изд., перераб. и доп. / Комитет прир. ресурсов, лесн. хоз-ва и экологии Волгогр. обл. Воронеж: ООО «Издат-Принт», 2017. Т. 2. Растения и другие организмы / Ред. О.Г. Баранова, В.А. Сагалаев. 268 с.

15. Красная книга Воронежской области: в 2-х т. / Департ. прир. ресурсов и экологии Ворон. обл. Воронеж: Центр духовн. возрожд. Черноземн. кр., 2018. Т. 1. Растения. Лишайники. Грибы / Науч. ред. В.А. Агафонов. 416 с.

16. Красная книга Ставропольского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных / Н.С. Панасенко (отв. ред.). Ставрополь: Полиграфсервис, 2002. Т. 1: Растения / А.Л. Иванов (отв. ред.). 384 с.

17. Красная книга Ставропольского края: в 2 т. / Минприроды Ставроп. кр. Ставрополь: Изд-во ИП Андреев И.В., 2013. Т. 1. Растения / Отв. ред. А.Л. Иванов. 284 с.

18. Красная книга Республики Адыгея: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. В 2 частях. Часть 1. Растения и грибы. Издание третье / Отв. ред. Э.А. Сиротюк (Куваева); науч. ред. А.Е. Шадже (Хачегогу). Воронеж: ООО «Славянская», 2023. 340 с.

19. Костромин Е.В. Особенности антропогенно трансформированного варианта локальной флоры подзоны разнотравно-дерновиннозлаковых степей (на примере флоры окрестностей с. Васильево-Шамшево). Дипломная работа. Ростов-на-Дону, 2008.

20. Федяева В.В., Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н. Состояние ценопопуляции касатика ненастоящего (*Iris notha* Bieb.) в долине р. Кагальник (Ростовская область) // Сборник трудов Академии биологии и биотехнологии: к 100-летию Южного федерального университета и 80-летию Академии биологии и биотехнологии / Отв. ред. К.Ш. Казеев. Ростов н/Д: Южный федеральный университет, 2014. С. 183-188.

21. Bilz, M., Kell, S.P., Maxted, N. and Lansdown, R.V. European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. 144 p.

22. Бернская конвенция: Конвенция об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания в Европе (*англ.* The Bern Convention: Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats). Bern, 19.19.1979. Appendices I, II, III and IV, status in force since 01.03.2002. URL: http://www.nature.coe.int/english/cadres/bern.htm (дата обращения: 10.02.2024).

23. Карасёва Т.А. Новое местонахождение *Salvia austriaca* Jacq., занесённого в Красную книгу Ростовской области // Систематические и флористические исследования Северной Евразии: Тр. Междунар. конф. (к 85-летию со дня рождения проф. А.Г. Еленевского) / Под общ. ред. д.б.н. В.П. Викторова. М., 2013. С. 108-110.

УДК 59.009+ 599.73+599.735.53+591.556+591.552
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-559-562

ПЛОТНОСТЬ АГРЕГАЦИЙ САЙГАКОВ (*SAIGA TATARICA*) В СТЕПНОМ ЛАНДШАФТЕ

DENSITY OF SAIGA ANTELOPE (*SAIGA TATARICA*) AGGREGATIONS IN THE STEPPE LANDSCAPE

Каренина К.А., Серединская М.В., Гилёв А.Н., Березина Е.А.
Karenina K.A., Seredinskaya M.V., Giljov A.N., Berezina E.A.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

E-mail: k.karenina@spbu.ru

Аннотация. Пространственная близость между особями одного вида может зависеть от многих факторов, кпримеру, риска хищничества, особенностей распределения ресурсов в пространстве и внутривидовых взаимоотношений. У некоторых видов пространственные отношения особей образуют многоуровневую структуру. Это подразумевает наличие минимум двух уровней интеграции особей в пространстве: «основной единицы» – объединения отдельных особей и «верхнего уровня», представляющего собой объединение нескольких основных единиц. Многоуровневые сообщества описаны для представителей нескольких таксонов млекопитающих, хотя в целом малоизученны. Неизвестно, характерна ли многоуровневая структура сообществ для парнокопытных. Целью данного исследования являлась оценка дистанций между особями в агрегациях сайгаков (*Saiga tatarica*) и определение наличия многоуровневости их пространственной структуры. В результате анализа материалов аэросъёмки были определены дистанции между особями в агрегациях сайгака в степном ландшафте. Было обнаружено, что дистанций между особями на отдалении от водопоя и вблизи крупного водопоя значимо различались – на отдалении от водопоя плотность особей была выше. При более детальном анализе данных по агрегациям животных у водопоя, было обнаружено, что дистанции между особями, стоящими в воде, были больше, чем между животными, находящимися непосредственно на береговой линии и на берегу вблизи водопоя. Анализ распределения дистанций между особями показал наличие только одного выраженного пика, что не подтверждает наличия многоуровневой пространственной структуры в исследованных агрегациях сайгака.

Ключевые слова: агрегации, плотность, сайгак.

Abstract. The spatial proximity between individuals of the same species can depend on many factors, for example, the risk of predation, the distribution of resources in space and intraspecific relationships. In some species, the spatial relationships of individuals form a multi-level structure. This implies the presence of at least two levels of integration of individuals in space: a “basic unit” - an association of individuals and an “upper level”, which is an association of several basic units. Multilevel communities have been described for representatives of several mammalian taxa, although generally poorly studied. It is unknown whether a multi-level community structure is characteristic of artiodactyls. The purpose of this study was to assess the distances between individuals in saigas (*Saiga tatarica*) aggregations and determine the presence of a multi-level spatial structure. As a result of the analysis of aerial photography materials, the distances between individuals in saiga aggregations in the steppe landscape were determined. It was found that the distances between individuals away from a watering hole and near it differed significantly – at a distance from a watering hole, the density of individuals was higher. With a more detailed analysis of data on animal aggregations near a watering hole, it was found that the distances between individuals standing in the water were greater than between animals located directly on the shoreline and on the shore. Analysis of the distribution of distances between individuals showed the presence of only one pronounced peak, which does not confirm the presence of a multi-level spatial structure in the studied saiga aggregations.

Key words: aggregations, density, saiga antelope.

Введение. Пространственная близость между особями одного вида может зависеть от многих факторов, например, таких как риск хищничества, особенности распределения ресурсов в пространстве, тип конкурентных взаимоотношений внутри вида и тип активности животных [1]. Внешние угрозы, например хищники, способствуют снижению дистанции между особями, так как это снижает индивидуальные риски. В то же время, высокая плотность особей повышает конкуренцию за пищевые ресурсы, поэтому их ограниченность приводит к увеличению дистанции между особями [2].

Социальная система – это организация особей одного вида с определенной структурой. Если в такую систему будет вложено несколько уровней интеграции особей, мы увидим то, что называется многоуровневым сообществом [3]. Такое сообщество должно включать как минимум два уровня, один из которых называется «основная единица» и представляет собой тесную пространственную связь нескольких индивидов стабильную во времени и пространстве, а второй «верхний уровень» включает в себя структуру, состоящую из нескольких взаимодействующих между собой основных единиц. Остальные уровни могут присутствовать факультативно. Количество и сплоченность уровней в сообществе может варьировать. Основные единицы обычно имеют достаточно четкие границы, но особи из разных единиц могут иметь социальные связи друг с другом. Особи в многоуровневых сообществах обычно связаны какими-то общими ресурсами или совместным использованием пространства [3].

Многоуровневые сообщества встречаются в разных таксонах млекопитающих, хотя в целом достаточно редки. Впервые они были описаны в 1968 году [4] у гамадрилов (*Papio hamadryas*). Позднее многоуровневые структуры были обнаружены у других приматов, например, ангольских колобусов (*Colobus angolensis*) [5]. Многие виды, у которых были обнаружены многоуровневые сообщества относятся к китообразным, например кашалоты (*Physeter microcephalus* [6]) и афалины (*Tursiops truncatus* [7]). Среди наземных млекопитающих многоуровневые сообщества были обнаружены у саванных (*Loxodonta africana*) и азиатских слонов (*Elephas maximus*). Авторы исследования, которое сравнивало структуру сообществ азиатских, саванных и лесных слонов [8], предполагают, что чем меньше риски хищничества и антропогенного беспокойства, а также чем дисперснее распределены в пространстве ключевые для выживания ресурсы, тем слабее прослеживается наличие многоуровневой структуры в группах слонов.

Достаточно четкая двухуровневая структура сообществ существует в группах непарнокопытных, например равнинных зебр (*Equus burchelli*) [9] и монгольских куланов (*Equus hemionus luteus*) [10]. Тенденция к групповому уровню жизни прослеживается у различных видов парнокопытных, однако в основном сообщества этих животных характеризуются динамикой слияния-разделения [11]. На сегодняшний день, наличие многоуровневой структуры предполагается у жирафов (*Giraffa camelopardalis*), но только у самок, которые связаны общим использованием пространства. Этот вопрос требует дальнейших исследований, поскольку основные единицы в таких сообществах не имели постоянного состава [12]. Таким образом, до сих пор не ясно, существуют ли многоуровневые сообщества у парнокопытных.

Целью данного исследования являлась оценка дистанций между особями в агрегациях сайгаков (*Saiga tatarica*) и определение наличия многоуровневости их пространственной структуры. Для этого вида характерно образование крупных скоплений особей, а ряд характеристик условий его обитания способствуют образованию многоуровневой структуры. Во-первых, сайгак преимущественно обитает в открытых ландшафтах, а некоторые исследования показывают, что социальные животные, обитающие в открытых пространствах, в большей степени проявляют тенденцию к образованию многоуровневых сообществ, чем, например, представители тех же или близких видов в лесных биотопах [8]. Во-вторых, сайгак в исследованной нами популяции испытывает значительный пресс хищничества и подвержен антропогенному беспокойству [13], что также может способствовать образованию многоуровневых сообществ [6]. В-третьих, некоторые значимые для сайгака объекты, например водопои, редки и рассредоточены по большой территории, что создает условия для того, чтобы сайгаки с разных частей ареала группировались вблизи от них.

Материалы и методы. Для данной работы использовали материалы аэросъёмки с помощью БПЛА на территории государственного природного заказника «Степной» Астраханской области. Использовали как фотографии, так и видеозаписи агрегаций сайгаков в степном ландшафте. В ходе работы с видеоматериалами из отдельных стоп-кадров создавали ортофотопланы при помощи программного обеспечения AgiSoft Metashape, которое последовательно сшивает кадры с разными участками пространства на видео в единое изображение. Стоп-кадры видеозаписей, на которых одна агрегация сайгаков была снята перемещающимся БПЛА, сшивались вручную в программе Adobe Photoshop с последующим выравниванием перспективы. На полученных изображениях в случайном порядке (с помощью рандомизатора в Excel) располагали боксы размером 5×5 метров, после чего в каждом боксе измеряли дистанции между всеми особями. За единицу измерения близости была принята типичная длина взрослого сайгака (1 м). По полученным данным рассчитывали медианные

значения, а также составляли гистограммы частот межиндивидуальных расстояний для определения наличия многоуровневой пространственной структуры [14].

В ходе анализа отдельно исследовали дистанции между особями в агрегациях, находящихся в степи на отдалении от водопоя, и в агрегациях, находящихся у крупного водопоя. Во втором случае учитывали также расположение особей относительно водоёма. При этом было использовано разделение на три категории: «на берегу», «на береговой линии» и «в воде».

Результаты. Значения медиан дистанций между особями в агрегациях составили: для агрегаций, находящихся в степи на отдалении от водопоя – 1,46 м, а для агрегаций у крупного водопоя – 2,33 м. Сравнение дистанций между особями в степи на отдалении от водопоя и между особями у крупного водопоя показало значимые различия (тест Манна-Уитни, $U=136$, $p=0,001$).

Анализ данных по агрегациям сайгака у крупного водопоя, показал, что плотность распределения особей зависит от расположения животных относительно водоёма. Тест Краскелла-Уоллиса показал значимые различия ($p<0,001$) между тремя исследованными категориями («на берегу», «на береговой линии», «в воде»). Значения медиан составили: на берегу – 2,068 м, на береговой линии – 2,178 м, в воде – 2,565 м. Попарные сравнения, проведенные при помощи пост-теста Двасса-Стила-Кричлоу-Флигнера, показали значимые различия между третьей и первой категорией ($p=0,002$), а также между первой и второй ($p=0,001$), то есть, дистанции между животными, стоящими в воде, значимо отличались от дистанций между животными, находящимися непосредственно на береговой линии и на берегу рядом с водоёмом. В совокупности со значениями медиан полученные результаты указывают на то, что плотность распределения особей увеличивается от животных, стоящих в воде, к животным, находящимся на берегу. На гистограммах частот распределения дистанций между особями наблюдался только один выраженный пик вне зависимости от расположения относительно водопоя.

Обсуждение. В результате проведённой работы были определены дистанции между особями в агрегациях сайгака в степном ландшафте. Помимо определения значений дистанций между особями, было обнаружено, что на плотность агрегаций сайгака влияет местонахождение животных. Дистанций между особями в степи на отдалении от водопоя и у крупного водопоя значимо различались – на отдалении от водопоя плотность особей была выше. При более детальном анализе данных по агрегациям животных у водопоя, было обнаружено, что дистанции между особями, стоящими в воде, были больше, чем между животными, находящимися непосредственно на береговой линии и на берегу вблизи водопоя. Полученные результаты указывают на необходимость учитывать расположение животные относительно значимых элементов ландшафта при исследовании плотности особей в агрегациях. В особенности это может быть важным в относительно однородном степном ландшафте. Можно также предположить, что тип ландшафта тоже будет оказывать влияние на дистанции между особями.

Анализ распределения дистанций между особями показал наличие только одного выраженного пика как в степи на отдалении от водопоя, так и у животных, находящихся на водопое. Многоуровневая структура сообщества подразумевает наличие минимум двух уровней интеграции особей в пространстве: «основной единицы» – объединения отдельных особей и «верхнего уровня», представляющего собой объединение нескольких основных единиц [3]. На графике распределения дистанций между особями в агрегации этим двум уровням соответствуют два пика [14]. Полученный в настоящей работе результат не подтверждает наличия многоуровневой пространственной структуры в исследованных агрегациях сайгака. Возможно, в отличие от других линий млекопитающих, например приматов [4, 5] и китообразных [6, 7], для парнокопытных не характерна многоуровневая структура сообществ. Однако для однозначного ответа на этот вопрос необходимы дальнейшие более детальные исследования на других видах парнокопытных.

Благодарности. *Авторы благодарны за помощь всем сотрудникам заказника «Степной» Астраханской области, в особенности Калмыкову Владимиру Георгиевичу, а также Лущёкиной Анне Анатольевне. Материалы аэросъёмки были предоставлены Шмунком Валерием Олеговичем. Работа была выполнена за счет гранта РНФ (грант № 23-24-00049).*

Список литературы

1. Muroyama Y. Variations in within-group inter-individual distances between birth- and non-birth seasons in wild female patas monkeys // Primates. 2017. Vol. 58. P. 115-119.

2. Janson C.H., Goldsmith M.L. Predicting group size in primates: foraging costs and predation risks // Behavioural Ecology. 1995. Vol. 6. P. 326-336.

3. Grueter C.C., Qi X., Zinner D., Bergman T., Li M., Xiang Z., Zhu P., Migliano A.B., Miller A., Krützen M., Fischer J., Rubenstein D.I., Vidya T.N.C., Li B., Cantor M., Swedell L. Multilevel organisation of animal sociality // Trends in Ecology & Evolution. 2020. Vol. 35. P. 834-847.

4. Kummer H. From laboratory to desert and back: a social system of hamadryas baboons // Animal Behaviou.1984. Vol. 32. P. 965-971.

5. Stead S.M., Teichroeb J.A. A multi-level society comprised of one-male and multi-male core units in an African colobine (*Colobus angolensis ruwenzorii*) // PLoS ONE. 2019. Vol. 14. P. e0217666.

6. Whitehead H., Antunes R., Gero S., Wong S.N.P., Engelhaupt D., Rendell L. Multilevel societies of female sperm whales (*Physeter macrocephalus*) in the Atlantic and Pacific: Why are they so different? // International Journal of Primatology. 2012. Vol. 33. P. 1142-1164.

7. Connor R.C., Smolker R.A., Richards A.F. Two levels of alliance formation among male bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.). // Proceedings of the National Academy of Sciences. 1992. Vol. 89. P. 987-990.

8. Nandini S., Keerthipriya P., Vidya T.N.C. Group size differences may mask underlying similarities in social structure: A comparison of female elephant societies // Behavioral Ecology. 2018. Vol. 29. P. 145-159.

9. Rubenstein D.I., Hack M. Natural and sexual selection and the evolution of multi-level societies: Insights from zebras with comparisons to primates. B C. P. van Schaik, P.M. Kappeler (Eds.), Sexual Selection in Primates: New and Comparative Perspectives. Cambridge University Press, 2004. P. 266-279.

10. Feh C., Munkhtuya B., Enkhbold S., Sukhbaatar T. Ecology and social structure of the Gobi Khulan Equus hemionus subsp. in the Gobi B National Park, Mongolia // Biological Conservation. 2001. Vol. 101. P. 51-61.

11. Aycrigg J.L., Porter W.F. Sociospatial dynamics of white-tailed deer in the central adirondack mountains, New York // Journal of Mammalogy. 1997. Vol. 78. P. 468-482.

12. VanderWaal K.L., Wang H., McCowan B., Fushing H., Isbell L.A. Multilevel social organization and space use in reticulated giraffe (*Giraffa camelopardalis*) // Behavioral Ecology. 2014. Vol. 25. P. 17-26.

13. Неронов В.М., Арылова Н.Ю., Дубинин М.Ю., Каримова Т.Ю., Лущекина А.А. Современное состояние и перспективы сохранения сайгака в Северо-Западном Прикаспии // Аридные экосистемы. 2013. Т. 19. № 2. С. 5-14.

14. Hirata S. Studying feral horse behavior from the sky // Artificial Life and Robotics. 2022. Vol. 27. P. 196-203.

УДК 631.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-563-565

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ САРАНЧОВЫХ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО БАШКОРТОСТАНА

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF LOCUSTS AND MEASURES TO COMBAT THEM IN THE CONDITIONS OF STEPPE BASHKORTOSTAN

*Кираев Р.С.[1], **Хасанова Р.Ф.[2], Иргалина Р.Ш.[2]
Kiraev R.S.[1], Khasanova R.F.[2], Irgalina R.Sh.[2]

[1]Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

[2]Опытная станция «Уфимская» – обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия

[1]Bashkir Scientific Research Institute of Agriculture is a separate structural unit of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

[2]The Ufa Experimental Station is a separate structural unit of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

E-mail: *rustamkiraev@mail.ru, **rezeda78@mail.ru

Аннотация. В России в качестве вредителей выявлено около 60 видов саранчовых. Особенную активность саранчовые проявляют в регионах с резко континентальным климатом. В Республике Башкортостан саранчовые в основном распространены в районах Зауральской степной зоны, южные и юго-западные районы сопредельные с Оренбургской областью и Татарстаном. Наибольшее распространение имеет итальянский прус, также часто встречается крестовая кобылка, приносящая наибольший вред в Абзелиловском, Хайбуллинском, Баймакском, Учалинском районах, темнокрылая кобылка – вредоносна в юго-восточных районах степной и лесостепной зон. Меньшее значение имеют белополосая, чернополосая, голубокрылая, пестрая и сибирская кобылки

Результаты проведенных летних учетов показывают высокую долю обследованных территорий с 2009 по 2018 гг. Сильнейшие засухи 2010 и 2012 годов способствовало усилению размножения саранчовых в южных и западных районах республики. Максимальная численность личинок наблюдалась в 2010-2014 гг. в районах Хайбуллинский (230 экз/м^2), Куюргазинский (2500), Дюртюлинский (200), Иглинский (197), Куюргазинский (480).

Ключевые слова: саранчовые, вредители, посевы, Республика Башкортостан.

Abstract. About 60 species of locusts have been identified as pests in Russia. Locusts are particularly active in regions with a sharply continental climate. In the Republic of Bashkortostan, locusts are mainly distributed in the areas of the Trans-Ural steppe zone, the southern and southwestern regions adjacent to the Orenburg region and Tatarstan. The Italian prus is most widespread, the cross filly is widespread, which causes the greatest harm in the Abzelilovsky, Khaibullinsky, Baymak, Uchalinsky districts, the dark-winged filly is harmful in the southeastern regions of the steppe and forest-steppe zones. Of lesser importance are the white-striped, black-striped, blue-winged, mottled and Siberian fillies. The results of the summer surveys show a high proportion of the surveyed territories from 2009 to 2018. The severe droughts of 2010 and 2012 contributed to the increased reproduction of locusts in the southern and western regions of the republic. The maximum number of larvae was observed in 2010-2014 in the districts of Khaibullinsky (230 copies/m^2), Kuyurgazinsky (2500), Dyurtyulinsky (200), Iglinsky (197), Kuyurgazinsky (480).

Key words: locusts, pests, crops, Republic of Bashkortostan.

Введение. Вспышки саранчовых вредителей стали особенно частыми и сильными в последние годы. Саранчовые распространены по всему земному шару. Являясь олигофагами, они съедают всю зеленую массу. Около 12 видов саранчовых относят к трансграничным вредителям сельскохозяйственных культур. Для саранчовых характерны вспышки массового размножения, особенно для 3 видов: азиатская саранча, марокканская саранча, итальянский прус. Они образуют стаи в результате одновременного выхода нимф из кубышек в процессе развития. Эти стаи могут перемещаться до 100 км в день в зависимости от их вида и количества пищи [1].

В России в качестве вредителей выявлено около 60 видов саранчовых. Особенную активность саранчовые проявляют в регионах с резко континентальным климатом [2]. В Республике Башкортостан саранчовые в основном распространены в южных и юго-западных

районах сопредельные с Оренбургской областью и Татарстаном. Наибольшее распространение имеет итальянский прус *Calliptamus italicus* (L.), также часто встречается крестовая кобылка *Arcyptera microptera* (Fischer von Waldheim), приносящая наибольший вред в Абзелиловском, Хайбуллинском, Баймакском, Учалинском районах, темнокрылая кобылка *Stauroderus scalaris* (Fischer von Waldheim) – вредоносна в юго-восточных районах степной и лесостепной зон. Меньшее значение имеют белополосая *Chorthippus albomarginatus* (De Geer), чернополосая *Oedaleus decorus* (Germ.), голубокрылая *Oedipoda caerulescens* (Linnaeus), пестрая *Arcyptera fusca* (Pallas) и сибирская *Gomphocerus sibiricus* (Linnaeus) кобылки [3].

Фенологию саранчовых и их численность прогнозировать очень сложно, так как стадные виды накапливаются в местах резервации, в последующем стремительно мигрируют на сельскохозяйственные посевы.

Цель исследования – изучить динамику численности саранчовых на территории Республики Башкортостан.

Материалы и методы. В работе использованы результаты обследования сельскохозяйственных земель, проведённые с сотрудниками Россельхозцентра Республики Башкортостан [4, 5].

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты проведенных летних учетов показывают высокую долю обследованных территорий с 2009 по 2018 гг. Выявлены общие площади (более 100 тыс. га) с повышенной численностью саранчовых в 2000-2001 гг. и 2012-2014 гг. Также с 2010 по 2017 гг. обработано от саранчовых до 100 тысяч гектар земли *(таблица 1)*.

Таблица 1

Динамика саранчовых в Башкортостане по данным летних учетов

Годы	Обследовано	Заселено	Обработано	Численность личинок, экз./м^2	
	тыс. га.			средняя	максимальная, район
1997	95,8	85,6	28,4	6,7	61,0 Баймакский
1998	55,2	46,6	13,7	21,0	60,0 Учалинский
1999	445,8	442,0	72,1	5,7	25,0 Учалинский
2000	234,8	197,4	28,0	14,2	280,0 Чишминский
2001	274,8	239,8	11,0	11,6	30,0 Хайбуллинский
2002	51,5	35,9	3,4	3,0	12,0 Зианчуринский
2003	135,8	78,4	-	6,0	7,0 Кугарчинский
2004	152,3	100,8	1,3	4,7	184,0 Дюртюлинский
2005	94,7	76,4	9,0	16,0	32,0 Чишминский
2006	109,9	75,9	0,1	3,0	25,0 Учалинский
2007	65,6	29,6	-	3,0	70,0 Дюртюлинский
2008	134,5	77,2	-	2,4	10,0 Учалинский
2009	400,6	41,6	9,5	12,0	16,0 Зианчуринский
2010	561,4	156,6	70,4	40,4	230,0 Хайбуллинский
2011	488,5	104,8	95,8	22,8	2500,0 Куюргазинский
2012	444,5	210,5	62,5	25,2	200,0 Дюртюлинский
2013	742,2	248,2	90,9	12,4	197,0 Иглинский
2014	597,17	293,1	102,6	12,7	480,0 Куюргазинский
2015	346,2	45,6	53,6	4.3	-
2016	368,2	62,4	72,6	7,9	80,0 Дюртюлинский
2017	379,6	43,8	13,7	8,5	-
2018	485,0	59,8	0,3	1,8	-
2019	248,8	64,8	0,9	3,8	-
2022	346,2	23,9	1,1	2,9	24,0 Хайбуллинский

Массовое размножение саранчовых и их расселение наступает на пике солнечной активности, однако, следует учитывать региональные особенности погодных условий за прошедший период. Сильнейшие засухи 2010 и 2012 годов способствовало усилению размножения саранчовых в южных и западных районах республики. Максимальная численность

личинок наблюдалась в 2010-2014 гг. в районах Хайбуллинский (230,0 экз./м^2), Куюргазинский (2500,0), Дюртюлинский (200,0), Иглинский (197,0), Куюргазинский (480,0).

В республике одним из методов борьбы с саранчовыми используют химический метод. Сплошная обработка проводится в местах с высокой плотностью личинок. Локальную обработку проводят в период роста численности и массового размножения [6].

Химическая борьба с саранчовыми наиболее эффективна против личинок младших возрастов, поэтому рекомендуется проводить обработку против личинок второго – третьего возрастов и закончить до окрыления [7].

Для эффективной борьбы с саранчовыми необходимо выбрать правильный препарат, с учетом защищаемого объекта и поставленных целей. В республике используют пиретроидные инсектициды. Однако, некоторые пиретроидные инсектициды обладают контактным и непродолжительным действием. Действие препарата длится от 3 до 5 дней. Такие препараты рекомендуется использовать на участках с высокой численностью видов на посевах или около них. Против личинок итальянского пруса эффективным является Пиретроидный инсектицид для защиты сельскохозяйственных культур Каратэ Зеон, МКС. Препарат обладает высокой дождеустойчивостью и фотостабильностью и обеспечивают более длительную защиту даже при неблагоприятных условиях.

Экологически безопасным для окружающей среды будет использование препаратов пролонгированного действия. Это персистентные препараты из группы ингибиторов синтеза хитина – дифлубензурон-Димилин СП и люфенурон-Матч, КЭ (из группы бензамидов), из группы фенилпиразолов (фипронил: Адонис, КЭ, Адонис, Р для ультрамалообъемного опрыскивания), сохраняющих токсичность для саранчовых до 4 недель. Эти препараты ингибирует биосинтез хитина (основного вещества, образующего кутикулу) у насекомых на стадии линьки, нарушая образование новой кутикулы и препятствуя переходу личинок в старшие возрасты. Гибель личинок происходит в момент линьки. Обладает овицидным (предотвращает отрождение личинок из яиц) и трансовариальным (снижает плодовитость самок в последующих поколениях), выраженным кишечным и умеренным контактным действием. Их рекомендуется использовать на лугах, пастбищах, залежных и целинных землях наземным или авиационным методом, используя барьерную технологию.

Список литературы

1. Нуржонов Ф.А. Саранчовые – трансграничные вредители, борьба с саранчой в Узбекистане // Форум молодых ученых государств-участников СНГ «Наука без границ»: Сб. материалов. Москва, 2023. С. 173.

2. Оленников А.Ю., Коваленков В.Г., Кузнецова О.В. Саранчовые вредители под контролем // Защита и карантин растений. 2022. № 4. С. 7-9.

3. В Башкортостане прошел тренинг по борьбе с саранчовыми. URL: https://rosselhoscenter.ru/ob-uchrezhdenii/filialy/privolzhskiy/respublika-bashkortostan/v-bashkortostane-proshel-trening-po-borbe-s-saranchovymi/ (дата обращения: 19.02.2024).

4. Кираев Р.С., Садыкова Э.М., Хисамутдинова М.С. Наиболее опасные вредные объекты в Республике Башкортостан. Мониторинг и борьба. ФГБУ «Россельхозцентр», 2019. URL: http://www.rscrb.ru/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BA%D0%B8/ (дата обращения: 19.02.2024).

5. Публичная карта ФГБУ «Россельхоцентр». URL: https://rscagex.ru/pmon/public.geo.xhtml. (дата обращения: 19.02.2024).

6. Кираев Р., Садыкова Э., Амирханов Д. Саранча в Башкортостане и борьба с ней // Сельские узоры. 2015. № 3. С. 8.

7. Жирнова Т.А., Уталиева А.А., Брумштейн Ю.М. Саранча в Астраханской области: восприятие населением и методы борьбы // Астраханский вестник экологического образования. 2013. № 2(24). С. 152-156.

УДК 574.24
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-566-573

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ АНТРОПОГЕННО МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА

ECOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL STUDIES OF MUUSE RODENTS IN ANTHROPOGENICALLY MODIFIED TERRITORIES OF THE MIDDLE AND SOUTH URAL

*Ковальчук Л.А.[1], **Микшевич Н.В.[2], Черная Л.В.[1]
*Kovalchuk L.A.[1], **Mikshevich N.V.[2], Chernaya L.V.[1]

[1]Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия
[2]Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург, Россия
[1]Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

[2]Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia

E-mail: *kovalchuk@ipae.uran.ru, **mikshevich@gmail.com

Аннотация. Изучение влияния техногенных загрязнений окружающей среды на организм является одной из ведущих задач медико-экологического мониторинга. Обсуждаются механизмы аварийного регулирования и адаптации мелких млекопитающих Урала при действии экстремальных природных факторов и в экосистемах, подверженных техногенным нагрузкам. Исследования выполнены на видах большой экологической пластичности: рыжей полёвке (*Clethrionomys glareolus),* обыкновенной полёвке (*Microtus arvalis)*, малой лесной мыши (*Apodemus uralensis*), обитающих на фоновых и подверженных воздействию техногенных выбросов медеплавильных предприятий Среднего и Южного Урала. Показано, что процесс выведения избыточного количества тяжёлых металлов из организма относится к энергозависимым. Отмечается повышение интенсивности основного обмена, активация системы антиоксидантной защиты, окислительного метаболизма печени, увеличение синтеза микросомального белка у животных техногенных территорий. Оценка толерантности животных в отношении факторов загрязнения среды техногенными поллютантами позволяет найти подходы к разработке эффективных систем биомониторинга экотоксикантов и служит основанием для корректировки действующих в настоящее время принципов нормирования содержания тяжёлых металлов в окружающей среде.

Ключевые слова: мышевидные грызуны, физиологические механизмы адаптации.

Abstract. Studying of the effect of environmental technogenic pollution on organism is one of the main goals of medico-ecological monitoring. The mechanisms of emergency regulation and adaptation of small mammals of the Urals under the influence of extreme natural factors and in ecosystems subject to technogenic loads are discussed. The studies were carried out on species of great ecological plasticity: bank vole (*Clethrionomys glareolus*), common vole (*Microtus arvalis*), pygmy wood mouse (*Apodemus uralensis*), living in the background and exposed to technogenic emissions from copper smelters in the Middle and Southern Urals It has been shown that the process of removing excess amounts of heavy metals from the body is energy-dependent. There is an increase in the intensity of basal metabolism, activation of the antioxidant defense system, oxidative metabolism of the liver, and an increase in the synthesis of microsomal protein in animals of technogenic territories. Assessing the tolerance of animals to environmental pollution factors with technogenic pollutants makes it possible to find approaches to the development of effective systems for biomonitoring of ecotoxicants and serves as the basis for adjusting the currently existing principles for regulating the content of heavy metals in the environment.

Key words: mouse-like rodents, physiological mechanisms of adaptation.

Введение. Сложная экологическая обстановка в промышленных регионах Урала инициирует значительное количество исследований по биомониторингу химических элементов, их миграции и трансформации в окружающей среде, по функциональной роли макро- и микроэлементов в формировании механизмов адаптации животных к действию повреждающих факторов в условиях сочетанного воздействии экстремальных природно-климатических факторов и антропогенного загрязнения окружающей среды [1, 2]. Оценка экологического ущерба, причиненного природным популяциям животных в результате техногенных воздействий, имеет помимо практического значения вполне определённый теоретический

интерес, поскольку животные обитают в условиях среды, изменение которых не проходит бесследно для организма. Под действием экстремальных факторов меняется сопротивляемость организма, его поведение, что в конечном итоге приводит к качественным преобразованиям генофонда популяций. Анализ научных публикаций показывает, что к настоящему времени достаточно подробно исследованы экологические особенности мелких млекопитающих, обитающих в различных зонах Урала, такие как характеристики биоразнообразия, состояния популяций, численности видов, но не даётся представление о связи микроэлементного статуса с физиологическими процессами организма. Исследования показывают, что в общую регуляторную систему организма на всех стадиях развития включена микроэлементная физиологическая система гомеостаза, определяющая реакцию организма на аккумуляцию загрязнителей изменениями в процессах метаболизма [3, 4].

При изучении механизмов адаптации животных к воздействию естественных природных факторов (температура, давление, содержание кислорода, освещенность, влажность и т.п.) ситуация часто выглядит принципиально иной, чем в случае, техногенного воздействия. Так, наши многолетние исследования механизмов повреждения и стратегии адаптации мелких грызунов различных климато-географических зон при действии природных факторов среды (холод, гипоксия, комплекс факторов высокогорья) показали, что протяжённые во времени экстремальные условия среды предполагают активное участие в адаптивном процессе энергетики и системы крови [5].

Многочисленная группа мелких млекопитающих, обитающих на загрязнённых территориях в ряду поколений, может служить биологическим индикатором нарушений в экосистеме, а высокая скорость их размножения и быстрая смена поколений позволяют изучать на этих животных отдаленные негативные эффекты и развивающиеся механизмы адаптации. Использование диких грызунов позволяет оценить возможный экологический ущерб территории, и прогнозировать генетическую опасность техногенных загрязнений для местного населения [6, 7]. В этом плане представляет большой интерес Средний и Южный Урал, где широко представлены техногенные ландшафты и разнообразные категории нарушенных фитоценозов, находящихся под прессом предприятий цветной металлургии, как наиболее мощных источников отрицательного воздействия на природу региона.

Материалы и методы. В основу работы положены результаты экспедиционных и лабораторных исследований природных популяций типичных представителей мелких млекопитающих фауны Урала. Рыжая лесная полёвка – *Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780) – наиболее массовый, экологически пластичный вид. Границы её ареала от 38°N распространены далеко на север до 65°30'N, а отдельные особи достигают и 67°N. Полёвки ведут оседлый образ жизни, но в годы высокой численности способны к миграции и для них характерен полифазный тип активности [8]. Образ жизни животных одиночно-семейный, зверьки концентрируются в укрытиях с наиболее благоприятной кормовой базой. Вид растительноядный с преобладанием в рационе вегетативных частей растений. Питается и смешанными кормами: ягоды, грибы, семена, кора молодых побегов ивы, смородины, различные мелкие беспозвоночные.

Обыкновенная полёвка – *Microtus arvalis* (Pallas, 1778). Ее ареал охватывает всю лесостепную, и степную зоны Европы, Казахстана, Западной Сибири, Алтая и Монголии [9]. Предпочитает лесные биотопы по границам леса и пашни, пойменные луга, окраины полей, сады, парки, огороды и пустыри в городах. Животные селятся колониями, в норах и создают поселения со многими сотнями выходов. В тёплое время года питаются зелёными частями травянистых растений, а в зимний период употребляют в пищу подземные части растений и семена [10]. В зимнее время грызуны повреждают кору плодовых деревьев и ягодных кустов. Ближе к зиме переселяются в скирды, гумна и в жилые постройки. Эти полёвки способны плодиться круглый год, принося до шести – семи помётов.

Малая лесная мышь – *Apodemus uralensis* (Pallas, 1811) распространена от западной границы бывшего СССР до западных частей Алтае-Саянской горной страны (правобережье реки Катунь). Многочисленный вид, зачастую доминирующий в экосистемах, подверженных техногенным загрязнениям. Малая лесная мышь – обитатель смешанных и широколиственных лесов, встречается на гарях и вырубках, зарастающих мелколиственными породами – березой, ольхой, ивняком [10]. В южных регионах она селится не только в колках и степных перелесках, но и на вовсе безлесных участках, находя прибежище в луговом высокотравье, а также в плодовых садах. Размножаются малые лесные мыши 2-3 раза в год, в помете чаще всего бывает пять-шесть детёнышей, а в особо благоприятные годы – до семи-восьми. Численность мышей

подвержена значительным колебаниям, зависит от климатических условий и урожая основных кормов. Основная пища лесной мыши – семена разнообразных деревьев, которые она собирает на земле. На втором месте стоят ягоды и животные корма (в основном насекомые) и на последнем – зелёные части растений.

Отлов животных проводили в августе-сентябре при помощи живоловок. Животных из природных популяций отбирали без признаков заболеваний, а их содержание осуществляли согласно международным принципам Хельсинской декларации о гуманном отношении к животным, используемых для экспериментальных и научных целей [11].

Краткая эколого-географическая характеристика техногенных ландшафтов и фоновых зон обитания исследуемых животных. В качестве фоновых территорий нами были выбраны: на Среднем Урале – Национальный парк «Припышминские боры» (Свердловская область, 56°59'01"N, 63°47'05"E); на Южном Урале – Ильменский заповедник, (Челябинская область, 55°00'55"N, 60°09'30"E). Национальный парк «Припышминские боры» расположен на западной окраине Западно-Сибирской равнины. Большая часть его территории покрыты лесами (около 90% площади). Остальная территория занята водоёмами и совсем незначительная часть – сенокосами, пашнями и пастбищами. Климат района континентальный. Растительность в основном таёжная *(рисунок 1)*.



Рисунок 1. Средний Урал – Национальный парк «Припышминские боры» (Свердловская область, 56°59'01"N, 63°47'05"E).

Ильменский заповедник – типичная горно-озёрная страна, расположена на границе леса и лесостепи. Средние высоты хребтов (Ильменского и Ишкульского) 400-750 м над уровнем моря. Большая часть заповедника покрыта сосновыми и берёзовыми лесами (78% общей площади), 15,1% занимают озёра, остальная территория представлена болотами и степными участками *(рисунок 2)*. Территория Ильменского заповедника характеризуется заметной остепнённостью и наличием более сухих типов лесов (зелёномошной-брусничные и брусничные сосняки, производные от них березняки). Климат умеренно континентальный.

В Оренбургской области климат умеренно-континентальный. Территория высокой инсоляции, с годовым перепадом температур от -45°С в январе до +45°С в июле. Типично степной район, где преобладает разнотравно-полынная-ковыльно-типчаковая степь *(рисунок 3)*. В местах обитания полёвок травяной покров представлен клевером, лапчаткой ползучей, буквицей лекарственной, лабазником шестилепестным, алиссиумом, бурачком извилистым, злаками: костёр кровельный и мятлик узколистный. Из древесных видов широко распространены карагач древовидный и миндаль низкий.



Рисунок 2. Южный Урал – Ильменский заповедник (Челябинская область, 55°00'55"N, 60°09'30"E).



Рисунок 3. Степи Южного Урала (Оренбургская область, 51°40'43"N 57°58'34"E).

Площади техногенных ландшафтов и разнообразные категории нарушенных фитоценозов Среднего и Южного Урале достигают сотен тысяч гектаров, на которых процесс деградации биогеоценозов активно идет под влиянием атмосферных загрязнителей, содержащих высокотоксичные кислые газы, тяжёлые металлы и мышьяк [12].

Среднеуральский медеплавильный завод (СУМЗ) расположен в Свердловской области (56°50'59"N, 59°53'57"E) в 6-ти километрах севернее города Ревда, являясь крупнейшим на Урале предприятием по выплавке черновой меди из первичного сырья и по производству из отходящих металлургических газов серной кислоты. Растительность в зоне его расположения относится к Чусовскому предгорному округу южно-таёжной подзоне бореально-лесной зоны пихтово-еловых зеленомошных лесов, местами с подлеском из липы. Древостой состоит из высохших елей и пихт, причем крупные деревья давно вырублены. Подлесок слабо развит и состоит из осины, березы опушенной, рябины, ивы козьей, ивы чернеющей *(рисунок 4)*. Всего по профилю нами встречено около 50 видов сосудистых растений, что составляет шестую часть от их общего количества, присущих данному типу леса, т. е. видовой состав значительно обеднен.



Рисунок 4. Склон на берегу реки Чусовая, подверженный ударному действию выбросов медеплавильного предприятия (Свердловская область, 56°50'59"N, 59°53'57"E).

Медногорский медно-серный комбинат (ММСК), производящий также черновую медь и серную кислоту из отходящих газов металлургического производства, находится на Южном Урале в Оренбургской области (51°40'43"N, 57°58'34"E) в долине реки Блява в 3,5 километрах от города Медногорска, в типично степном районе. Район исследования – холмистая местность с преобладанием разнотравно-полынной, ковыльно-типчаковой степи и техногенными пустошами с единичными растениями и лишенными их. Травяной покров представлен наименее повреждаемыми видами растений в степной зоне – синяк обыкновенный, полынь лешковистая и холодная, а также злаками – костёр кровельный, мятлик узколистный. Древостой состоит из высохших елей и пихт, причём крупные деревья давно вырублены *(рисунок 5)*.



Рисунок 5. Поражение хвойных пород деревьев в зоне постоянного воздействия техногенных выбросов.

Преимущественная форма нахождения металлов в выбрасываемых в атмосферу аэрозолях, это малорастворимые сульфиды и окислы. Необходимо учитывать, что на предприятиях есть сернокислотное производство. Все это создает условия для увеличения

«нагрузки» тяжёлыми металлами на организмы животных, находящихся в зоне действия предприятия. Основной путь поступления поллютантов в организм животных преимущественно с кормом, в котором они находятся как минимум в двух формах – растворимой и нерастворимой. Изучение влияния техногенных факторов на мелких млекопитающих проводили на трансектах, расположенных на равном удалении от источников техногенной нагрузки. В виду того, что в зоне максимального выпадения аэрозолей (1,0-1,5 км от источника выброса) техногенный фактор включает действие аэрозольных и газообразных загрязнений, для отлова животных были выбраны пробные участки местности на расстоянии 2,0 км от источника. Это позволило считать группу тяжёлых металлов Cu, Zn, Cd основным действующим фактором.

Уровень содержания макро- и микроэлементов: Cu, Zn, Cd в биологических тканях экспериментальных животных определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии с использованием приборов Perkin Elmer Analyst 1000 (USA) и AAS-3 (Germany). Параметры основного обмена животных исследовали на основании оценки потребления кислорода с помощью газоанализатора МН-5130 (Россия). Размеры респирационных камер позволяли проводить эксперимент при нахождении животного в состоянии покоя. Потребление кислорода выражали в миллилитрах на грамм массы тела животного в течение одного часа (O_2, мл/г час). Скорость потребления кислорода микросомами измеряли на полярографе ОН-107 [13]. Глутатион и аминокислоты определяли на автоматическом анализаторе ААА-339М (Microtechna, Чехия). Полученные результаты обработаны с использованием пакета лицензионных прикладных программ «Statistica v. 10.0.»

Результаты и обсуждение. Данные полученные при изучении уровней содержания меди, цинка свинца и кадмия в системе «почва-растения-животное» показали, что соотношение между металлами меняется по мере их продвижения по пищевой цепи, а накопление металлов в отдельных её звеньях зависит как от вида растения, так и от вида животного и его физиологического статуса. Уровни накопления эндогенных и токсичных металлов в тканях мышевидных грызунов достоверно свидетельствуют как минимум и об экологических различиях этих видов (различные пищевые цепи) [14-16].

У рыжих полёвок Талицкого района (фоновая территория Среднего Урала) наблюдали значимые различия по основному обмену между самцами (4,2±0,6 мл/г час) и самками (3,4±0,2 мл/г час) при $p<0,05$. У животных, отловленных в зоне техногенной нагрузки (Ревдинский р-н) уровень основного обмена при отсутствии значимых различий у самцов и самок достоверно возрастает: pO_2=5,5±0,1 мл/г час ($p<0,05$).

Статистически значимые половые различия отмечены по интенсивности основного обмена у самцов (4,5±0,1 мл/г. час) и у самок (3,9±0,6 мл/г час), обитающих на фоновых территориях Южного Урала ($p<0,05$). Показан высокий уровень основного обмена (5,9±0,12 мл/г. час) у рыжих полёвок, обитающих в зоне техногенных загрязнителей Медногорского предприятия при отсутствии значимых половых различий ($p>0,05$).

Повышение интенсивности основного обмена является необходимым условием для обеспечения жизнедеятельности организма при изменившихся условиях среды обитания, что чётко проявилось в наших исследованиях. Процесс элиминации избыточного количества токсичных металлов относится к энергозависимым, на что указывает повышение основного обмена, а формирующееся новое морфо-функциональное состояние обеспечивает животному адаптивный статус в условиях перманентного воздействия повреждающих факторов среды. Высокая пластичность окислительных процессов в тканях животных Южного и Среднего Урала обеспечивает им ареал значительной протяжённости в условиях перманентного воздействия патогенных факторов окружающей среды.

Значительная роль в развитии адаптивных и компенсаторных механизмов при патологических состояниях организма отведена антиоксидантной системе (АОС), важным патогенетическим звеном которой является мембранотоксический эффект нарушения процессов липопероксидации. Антиокислительная активность (АОА) липидов диких мышевидных грызунов является чрезвычайно лабильным показателем, зависящим от множества как эндо-, так и экзогенных факторов [7].

Известно, что в печени существует окислительная система, обеспечивающая обезвреживание поступающих в организм чужеродных соединений – ксенобиотиков. Исследования показали, что исходный уровень эндогенного дыхания у млекопитающих фоновых зон обитания достоверно выше скорости гидроксилирования ксенобиотиков в

неиндуцированных микросомах, но значительно уступает скорости перекисного окисления липидов *(таблица 1)*.

Таблица 1

Микросомальное окисление (нМ 02 /мин/г ткани) в печени мышевидных грызунов фоновых территорий Урала (самцы, при p< 0,05)

Вид	Эндогенное дыхание	Гидроксилирование		Скорость ферментативного перекисного окисления липидов (ПОЛ)
		аминопирина	анилина	
Рыжая полёвка (n=16)	259,0±25,2	160,6±11,3	125,2±7,6	306,2±22,4
Малая лесная мышь (n=17)	130,7±8,2	167,4±6,9	105,2±8,3	203,6±11,3
Обыкновенная полёвка (n=14)	197,2±13,4	145,6±10,2	110,5±8,7	225,3±16,1

Исследованные виды грызунов достоверно различаются по исходному уровню эндогенного дыхания микросом, которые непосредственно связаны с фондом эндогенных продуктов окисления. Показано, что для печени полёвок характерно высокое содержание легкоокисляющихся липидов и связанное с этим ПОЛ, которое надёжно контролируется повышенной антиокислительной активностью (АОА). По нашим данным минимальная интенсивность обменных процессов отмечена у малой лесной мыши, а максимальная – у рыжей полёвки *(таблица 1).*

Малая лесная мышь фоновых территорий характеризуется самыми низкими показателями микросомального окисления, исходного эндогенного дыхания микросом, стабильным, но сравнительно невысоким содержанием микросомального белка, что, возможно, и определяет низкую численность этих животных на территориях техногенных экосистем. Возросший уровень восстановленного глутатиона в 3,2 раза у малой лесной мыши в условиях воздействия техногенных поллютантов, свидетельствует о преимущественном развитии процессов коньюгации, осуществляющих свою детоксикационную функцию. Наблюдается и активация синтеза микросомального белка в печени с 8,1±0,6 до 10,9±1,7 мкг/г ткани (34,6%, при p<0,05), а падение на 58,5% скорости эндогенного дыхания ориентирует всю мощность чувствительной микросомальной системы малой лесной мыши на биотрансформацию поступающих извне чужеродных соединений

Обыкновенная полёвка, обитающая на открытых луговых и степных биотопах, по границе леса и пашни, обладает повышенным уровнем микросомального окисления *(таблица 1)*. Полевки, обитающие в окрестностях медеплавильного предприятия на Южном Урале, отличаются активацией синтеза микросомального белка на 32% и высоким фондом цитозольного глутатиона (возрастание в 2,8 раза), что говорит о высокой двойной системе защиты внутренней среды, необходимой для обезвреживания поступающих в организм чужеродных соединений.

У рыжей полёвки фоновых территорий следует отметить высокий уровень микросомального белка (9,2 мкг/1 г ткани), синтез которого на территориях с химическим загрязнением дополнительно возрос на 50-60%. При этом в печени рыжей полёвки скорость микросомального окисления достоверно повышается в 2 раза, а содержание восстановленного глутатиона увеличивается в 4,8 раз по сравнению с таковым у животных фоновых зон обитания. Система поддержания гомеостаза внутренней среды рыжих полёвок представлена наличием мощной глутатионной системы, при наличии которой реакционноспособные метаболиты (и соли тяжёлых металлов) связываются ею и не оказывают разрушительного воздействия на биомолекулы и ткани животных.

Высокоразвитая глутатионная система печени защищает животных на уровне инициации перекисного окисления, предотвращая разрушительное действие ксенобиотиков среды обитания. Механизмы пластического обеспечения функций совпадают по направленности и представлены двумя системами защиты внутренней среды от чужеродных соединений: ферментной и глутатионовой системами, но соотношение их различно и обусловлено видовыми особенностями.

Заключение. В условиях перманентного загрязнения химическими элементами среды обитания, формируются и закрепляются разные структурно-метаболические механизмы

аварийного регулирования, оптимизирующие надёжную защиту организма от повреждающих факторов и обеспечивая процессы жизнедеятельности в широких пределах экстремума. Исследование механизмов повреждения и стратегии адаптации животных различных климато-географических зон при действии, как природных экстремальных воздействий среды, так и в экосистемах, подверженных техногенным нагрузкам, даёт возможность оценить патогенность сочетанного пресса факторов среды. Оценка толерантности животных в отношении факторов загрязнения среды техногенными поллютантами позволяет найти подходы к разработке эффективных систем биомониторинга экотоксикантов и служит основанием для корректировки действующих в настоящее время принципов нормирования содержания тяжёлых металлов в окружающей среде.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках государственного задания Института экологии растений и животных УрО РАН (№ 122021000091-2).

Список литературы

1. Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб.: Изд-во «Наука», 2008. 543 с.

2. Чибилев А.А. Экологическая оптимизация степных ландшафтов. Репринтное издание. Оренбург, 2016. 182 с.

3. Агаджанян Н.А. Адаптационная медицина и здоровье // Вестник уральской медицинской академической науки. 2005. № 2. С. 10-18.

4. Рахманин Ю.А., Русаков Н.В., Ревазова Ю.А., Иванов С.И., Новиков С.М. Актуальные задачи экологии человека и гигиены окружающей среды // Вестник уральской медицинской академической науки. 2005. № 2. С. 18-23.

5. Ковальчук Л.А., Ястребов А.П. Экологическая физиология мелких млекопитающих Урала. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2003. 203 с.

6. Захаров В.М. Здоровье среды: концепция. М.: Изд-во «Центр экологической политики России», 2000. 30 с.

7. Кудяшева А.Г., Шишкина Л.Н., Шевченко О.Г., Башлыкова Л.А., Загорская Н.Г. Биологические эффекты радиационного поражения в популяциях мышевидных грызунов. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2004. 214 с.

8. Башенина Н.В. Основные пути адаптации мышевидных грызунов (Myomorpha Rodentia): Автореф. дис. … д-ра биол. наук. Свердловск, 1972. 31 с.

9. Павлинов И.Я., Крускоп С.В., Варшавский А.А., Борисенко А.В. Наземные звери России. М.: Изд-во «КМК», 2002. 298 с.

10. Громов И.М., Ербаева М.А. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. СПб.: Изд-во ЗИН РАН, 1995. 521 с.

11. Yarri D. The Ethics of Animal Experimentation. Oxford: Oxford UniverPress. 2005.

12. Большаков В.Н. Микшевич Н.В., Передерий О.Г. Экологическая оценка деятельности предприятий цветной металлургии: Учеб. пособие. Свердловск: Изд-во «Полиграфист», 1986. 77 с.

13. Арчаков А.Н. Микросомальное окисление. М.: Изд-во «Наука», 1983. 327с.

14. Микшевич Н.В., Ковальчук Л.А. Влияние конкуренции на поведение тяжёлых металлов в системе «почва-растение-животное-человек» // Животные в условиях антропогенного ландшафта: Сб. науч. тр. ИЭРиЖ УрО АН СССР. Свердловск, 1992. С. 49-56.

15. Ковальчук Л.А., Сатонкина О.А., Тарханова А.Э. Тяжелые металлы в окружающей среде Среднего Урала и их влияние на организм // Экология. 2002. № 5. С. 358-361.

16. Ковальчук Л.А. Эколого-физиологические особенности мелких насекомоядных природных и техногенных ландшафтов Уральского региона // Млекопитающие горных территорий. Москва, 2007. С. 160-163.

УДК 504.062
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-574-582

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ В БАССЕЙНАХ РЕК УРАЛ И ТОБОЛ В ПРЕДЕЛАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

FEATURES OF WATER QUALITY FORMATION IN THE URAL AND TOBOL RIVERS BASINS WITHIN THE STEPPE ZONE

Козлова М.А.
Kozlova M.A.

Институт водных проблем РАН, Москва, Россия
Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: mblshok@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены особенности формирования качества воды в бассейнах рек Урал и Тобол (в пределах степной зоны), а также динамика качества воды по комплексным показателям. Качество воды в регионе формируется под влиянием как природных, так и антропогенных факторов. Для бассейна р. Урал на территории России характерным является 3-й класс качества воды. На территории Республики Казахстан наиболее загрязненной является р. Илек. Водные объекты в бассейне р. Тобол на территории Республики Казахстан относятся к 4 и 5 классами водопользования или не нормируются. На территории России воды в бассейне р. Тобол относятся к 4-му классу качества, а иногда даже к 5-му. В целом динамики к улучшению или ухудшению качества воды для обоих бассейнов не наблюдается.

Ключевые слова: антропогенное влияние, динамика, загрязнение, качество воды.

Abstract. The article examines the features of the formation of water quality in the basins of the Ural and Tobol rivers (within the steppe zone), as well as the dynamics of water quality according to complex indicators. Water quality in the region is influenced by both natural and anthropogenic factors. The 3rd class of water quality is typical for the Ural river basin in Russia. The most polluted river is the Ilek river on the territory of the Republic of Kazakhstan. Water bodies in the Tobol river basin on the territory of the Republic of Kazakhstan belong to 4 and 5 water use classes or are not regulated. In Russia, water in the Tobol river basin belongs to the 4th class of water quality, and sometimes to the 5th. In general, there is no trend toward improvement or deterioration in water quality for both basins.

Key words: anthropogenic influence, dynamics, pollution, water quality.

Введение. Химический состав вод бассейнов рр. Урал и Тобол определяется двумя факторами – природным и антропогенным. Природный фон связан с проявлением локальных физико-географических условий: разнообразным составом горных пород, составом и свойствами почв, наличием карста, различием в степени естественной зарегулированности стока и другими факторами.

Крайняя западная часть бассейна р. Урал занимает восточный склон хребта Уралтау и краевой хребет Ирендык. В центральной и практически всей восточной части, относящийся к зоне Магнитогорского прогиба, наибольшее распространение получили отложения девонского и каменноугольного возраста, представленные разнообразными породами вулканогенного комплекса, флишоидными и карбонатными породами. С интрузиями магматических пород, прорывающими осадочные и вулканические породы, генетически связаны месторождения магнетитовых руд (Магнитогорское, Малый Куйбас). В девонское время вулканические процессы, происходившие на дне палеоокеана, способствовали образованию залежей медно-цинково-колчеданных руд (месторождения Учалинское, Сибайское, Молодежное, Александринское, Подольское, Узельгинское, Гайское, Летнее, Осеннее, Барсучий Лог, Джусинское, Еленовское и др.). На междуречных пространствах коренные породы часто покрыты рыхлыми накоплениями (корой выветривания) мезозойского пенеплена [1]. Уральский регион богат месторождениями железных руд, особенно магнетитом [2].

С учетом специфики геологических условий, следует отметить, что природные воды данного региона характеризуются повышенным содержанием тяжелых металлов. Они не подвергаются биодеградации и обладают способностью аккумулироваться в различных компонентах экосистемы, в том числе, и в живых организмах [3].

Река Тобол берёт начало с возвышенностей Зауральского плато на границе Республики Казахстан (запад Костанайской области) и Российской Федерации (восточная окраина

Оренбургской области) и впадает в р. Иртыш в районе города Тобольск (Тюменская область) на территории России. В верхнем течении Тобол протекает по Тургайскому плато, а затем после впадения р. Убаган – по прогибу Тургайской ложбины [4].

Данная территория обусловлена специфическим геохимическим ландшафтом Восточно-Зауральского плато, субстратом которого являются изверженные и метаморфические комплексы пород, содержащие железо, алюминий, титан, хром, литий, цинк и, конечно, марганец, входящие в состав амфибола – породообразующего минерала, участвующего в строении широко развитых здесь интрузий основного и среднего состава, а также их эффузивных аналогов, превращенных в амфиболитовые сланцы. В процессе физико-химического разложения амфибол-содержащих пород образовались огромные массы щебнисто-глинистых кор выветривания, которые являются основным структурным элементом для почвообразования и геохимического ландшафта. Пестроокрашенные коры выветривания – свидетельство их пигментации воднорастворимыми подвижными формами, проявленных в виде гидроокислов железа, марганца, хрома и других сидерофильных элементов. Они постоянно присутствуют в почвенной влаге, грунтовых кислород-содержащих поровых и трещинных подземных водах [5].

Весьма значительным геологическим источником марганца в бассейне р. Тобол являются бурожелезняковые руды Аятского железорудного бассейна, общие запасы которых оцениваются в 10 млрд т. Содержание Mn в рудах 0,88%. Это указывает на наличие здесь крупного «месторождения» марганца (88 млн т), часть которого находится в зоне дренирования водоносной железо-марганцевой толщи р. Аят и р. Тобол. Подземные воды мелового водоносного горизонта (наиболее мощного и высокопродуктивного по запасам) вскрываются речной системой Тобола, Аята, Тогузака, Уя и Убагана на всем среднем и нижнем течении этих рек [5].

Природный химический состав воды в бассейнах рр. Урал и Тобол испытывают существенное изменение под влиянием хозяйственной деятельности. По берегам р. Урал и в ее бассейне построено множество крупных промышленных центров, в которых развита металлургическая промышленность, машиностроение, нефтехимия, горнодобывающая, пищевая, лёгкая и др. промышленность, электроэнергетика. Кроме того, в пределах исследуемого бассейна наряду с промышленностью развито сельское хозяйство, в том числе и орошаемое земледелие.

В бассейне р. Урал размещаются крупные промышленные узлы: Магнитогорский в Челябинской области (Магнитогорский металлургический комбинат; ОАО «Магнитстрой»); Оренбургский, Орский и Медногорский в Оренбургской области (Ириклинская ГРЭС – самый крупный водопользователь промышленности; предприятия топливной промышленности – Оренбургнефть, Орскнефтесинтез, Оренбурггазпромэнерго; предприятия цветной металлургии – комбинат «Южуралникель», Гайский горно-обогатительный комбинат; предприятия – Орск-Халиловский металлургический комбинат, Медногорский медно-серный комбинат), а также предприятия городов Учалы, Сибай, Миндяк (Республика Башкортостан) [6].

Таким образом, ухудшение качества поверхностных вод в бассейне р. Урал обусловлено, главным образом, организованными сбросами сточных вод с промышленных предприятий; с городских очистных сооружений; ливневым стоком с поверхности водосборов не канализованных населенных пунктов и сельскохозяйственных объектов. Наиболее сложная водохозяйственная обстановка в российской и казахской части бассейна р. Урал возникает в период аварийного поступления в реку и ее притоки загрязняющих веществ, особенно в период минимального стока воды [7].

Основными антропогенными источниками загрязнения бассейна р. Тобол являются предприятия горнодобывающей промышленности, машиностроения, цветной и черной металлургии, строительных материалов, предприятия коммунального хозяйства. На территории Костанайской области Республики Казахстан р. Тобол протекает через промышленные города Жетикара, Лисаковск, Тобол, Рудный, Затобольск, Костанай, где развита железорудная, бокситовая и др. горно-обогатительная промышленность. В основу горнодобывающей промышленности входят такие предприятия, как: АО «ССГПО», АО «Варваринское», АО «Костанайские минералы», ТОО «Комаровское горное предприятие», Лисаковский филиал ТОО «Оркен», филиалы АО «Алюминий Казахстана» КБРУ и ТБРУ, ТОО «Брендт». Огромное количество промышленных отвалов, хвосты обогатительных, перерабатывающих предприятий, золы, шламы, сточные воды и другие отходы являются источниками загрязнения компонентов природной среды различными соединениями и микроэлементами с токсичными и вредными

свойствами [8]. Кроме того, существенное количество загрязнения на водосборную территорию поступает за счет газопылевых выбросов в атмосферу, а также воздушного транспортного переноса, осуществляемого с запада (основное направление циркуляции воздушных потоков).

На территории Российской Федерации качество вод р. Тобол формируется преимущественно под влиянием предприятий коммунального хозяйства (например, городов Курган, Южноуральск) и некоторых предприятий промышленности. При этом значительный вклад в загрязнение вносят притоки р. Тобол. Так в верхнем течении р. Увелька (крупный приток р. Уй) протекает по сельскохозяйственным районам, ниже по течению качественный состав ее воды формируется под влиянием поверхностного стока и правобережного притока – р. Кидыша – водоприемника сточных вод ОАО «Учалинский ГОК». Ниже г. Троицка, в районе п. Бобровского, на качество воды р. Увелька оказывают влияние сточные воды Филиала ОАО «ОГК-2» «Троицкая ГРЭС», МУП «Водоканал» г. Троицка, ЗАО «Бобровский завод железобетонных конструкций «Энергия», а ниже г. – сточные воды Филиала «ОГК-3» «Южноуральская ГРЭС», МУП «Водоканал» г. Южноуральска и других предприятий города.

Материалы и методы исследования. За основу анализа взяты доступные статистические данные Государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды» Оренбургской, Челябинской и Курганской областей, а также Республики Башкортостан за 2008-2022 гг. [9-14]. Следует отметить, что часть водных объектов, подверженных серьезной антропогенной нагрузке, не входят в систему государственного мониторинга в рамках действующей государственной наблюдательной сети Росгидромета. К таким водным объектам можно отнести рр. Таналык, Худолаз, Джуса, Орь с притоками, Большой Кумак с притоками и пр.

Для комплексной оценки качества водных ресурсов проанализированы значения УКИЗВ (удельный комбинаторный индекс загрязненности воды) и класс качества.

УКИЗВ условно оценивает долю загрязняющего эффекта, вносимого в общую степень загрязненности воды, обусловленную одновременным присутствием ряда загрязняющих веществ. Значение УКИЗВ может варьировать от 1 до 16, чем больше значение, тем хуже качество воды. УКИЗВ рассчитывался по тринадцати наиболее распространенным в поверхностных водах загрязняющим веществам.

Классификация степени загрязненности воды – условное разделение всего диапазона состава и свойств природной воды в условиях антропогенного воздействия на различные интервалы с постепенным переходом от «условно чистой» к «экстремально грязной» по значениям УКИЗВ с учетом ряда дополнительных факторов:

– 1-й класс – условно чистая;
– 2-й класс – слабо загрязненная;
– 3-й класс разряд «а» – загрязненная;
– 3-й класс разряд «б» – очень загрязненная;
– 4-й класс разряд «а» и «б» – грязная;
– 4-й класс разряд «в» и «г» – очень грязная;
– 5-й класс – экстремально грязная.

Следует отметить, что в Государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды» значения УКИЗВ приводятся не для всех постов. В таких случаях дополнительно анализировались Ежегодники «Качество поверхностных вод Российской Федерации» [15].

Для территории Республики Казахстан анализировались данные Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, Бюро национальной статистики и РГП «Казгидромет» за 2009-2022 гг. [16, 17], где приведена информация об ИЗВ (индекс загрязнения воды) или КИЗВ (комплексный индекс загрязненности вод) либо об классе качества водного объекта.

Бассейн р. Урал. В российской части бассейна р. Урал наблюдения в рамках государственного мониторинга проводятся на 26 пунктах в 35 створах. Для оценки изменения качества воды на *рисунке 1* показано распределение створов по классам качества воды (согласно УКИЗВ) по бассейну р. Урал за 2012, 2017 и 2022 гг.

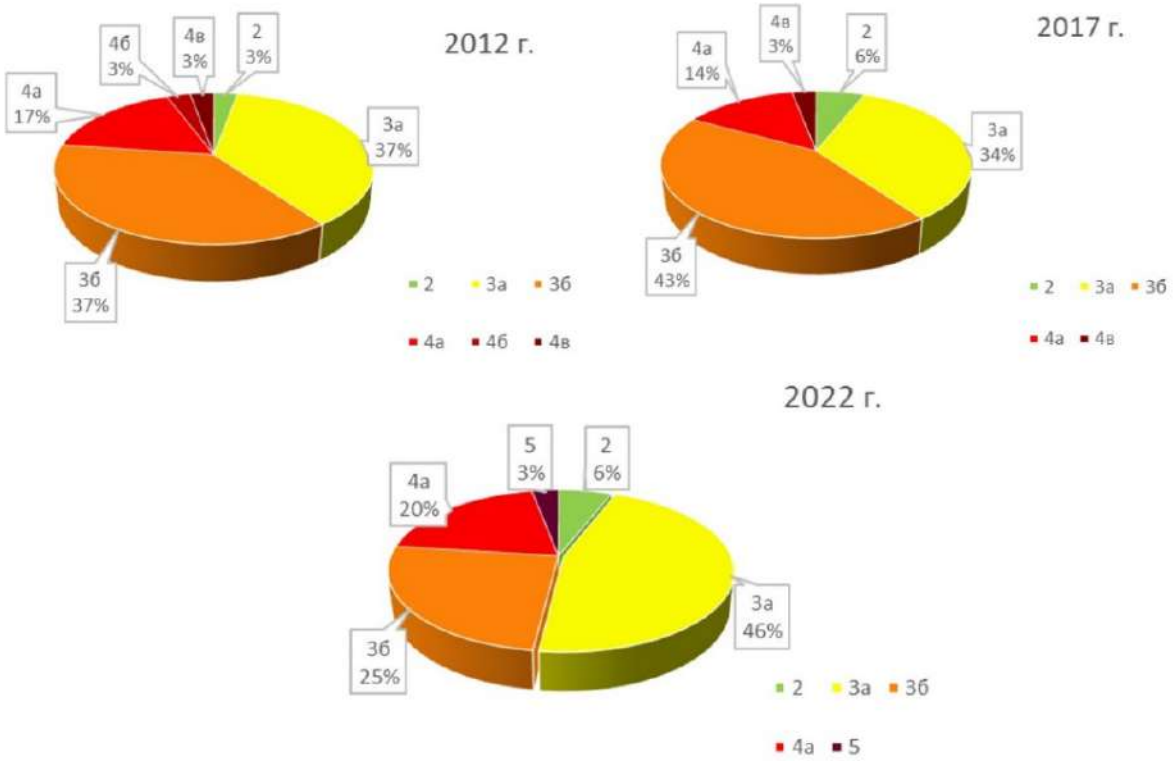


Рисунок 1. Распределение (в %) створов по классам качества воды в бассейне р. Урал в 2012, 2017 и 2022 гг.

Рисунок 1 показывает, что в настоящее время (2022 г.) вода в большинстве исследуемых створов характеризуется классом качества 3а «загрязненная» (46%) и 3б «сильно загрязненная» (25%). Остальное приходится на класс 4а «грязная» (20%), 2 «слабо загрязненная» (6%) и 5 «экстремально грязная» (3%). Если сравнивать с предшествующим периодом (2012 и 2017 годы), то существенных тенденций к изменению качества воды не наблюдается. В 2017 г. доля классов 3а и 3б была 34 и 43% соответственно, а при этом доля класса 2 была такой же (6%). Также вместо класса 5, тогда фигурировал класс 4в с той же долей (3%). В 2012 г. доля классов 3а и 3б была равнозначной, 4а была 17%, а доли 4б и 4в были по 3% каждый, т.е. суммарно на 4 класс качества приходилось 23%.

В целом, более 70% всех створов в бассейне р. Урал относятся к 3-му классу качества. При этом самым чистым створом является р. Сакмара – 1 км выше с. Юмагузино, где практически отсутствует какое-либо антропогенное влияние на качество воды. В 2020 г. вода в данном створе даже соответствовала 1-му классу качества.

Самым загрязненным является створ на р. Блява 1 км ниже г. Медногорск, где за анализируемый период вода соответствовала 5-му классу качества. Влияние здесь оказывает фильтрация с прудов отстойников ООО «Медногорский медно-серный комбинат» и отвалов пород и некондиционных руд Блявинского рудника, а также в результате сброса бытовых сточных вод г. Медногорск. Ежегодно здесь фиксируются случаи высокого загрязнения (ВЗ) и экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) по меди, цинку, азоту нитритному и азоту аммонийному. Концентрации меди и цинка постоянно стабильно превышают ПДК в десятки и сотни раз. Среднегодовые концентрации меди почти во все года соответствуют уровняю ЭВЗ. Среднегодовые концентрации цинка соответствуют уровню ВЗ, а в 2018-2020 г. ЭВЗ.

Следует также отдельно отметить три створа в районе г. Магнитогорска (Магнитогорское вдхр – в черте г. Магнитогорск, Магнитогорское вдхр – 10 км ниже г. Магнитогорск, р. Урал – 18,0 км ниже г. Магнитогорск), а также створ р. Урал – 0,6 км ниже с. Богдановское, где качество воды преимущественно характеризуется 4-м классом. Здесь особое влияние оказывает Магнитогорский промышленный узел (Магнитогорский металлургический комбинат; ОАО «Магнитстрой»).

Основными загрязняющими веществами являются медь, цинк, марганец, нефтепродукты, органические веществ (по БПК5 и ХПК), сульфаты, железо общей, азот нитритный, азот аммонийный, количество которых в большой степени превышает ПДК рыб. Хлориды и

шестивалентный хром присутствуют среди значимых ЗВ на р. Илек. С 2009 по 2018 гг. и 2020 г. класс качества воды в створе р. Илек – 1 км выше с. Веселый Первый характеризовался как 4а. В последние годы (2019, 2021 и 2022 гг.) наблюдается некоторое улучшение (класс качества 3б). Данный створ поднимает проблему трансграничного переноса загрязнения с территории Республики Казахстан.

В официальных статистических материалах Республики Казахстан приведены данные о качестве воды рек Урал (Жайык) и Илек (Елек). До 2013 г. использовался индекс загрязнения воды (ИЗВ), который рассчитывался для 6 показателей, а с 2014 по 2018 гг. – комплексный индекс загрязненности вод (КИЗВ). КИЗВ характеризует степень превышения нормативного значения по каждому иону, лимитирующему качество воды. В отличии от КИЗВ величина УКИЗВ (удельный комбинаторный индекс загрязненности воды), используемая в России, дополнительно учитывает частоту этого превышения и базируется на дифференцированной (по отдельным показателям) и комплексной (по всей совокупности контролируемых химических компонентов) оценке качества воды. С 2019 г. в Республике Казахстан была принята «Единая система классификации качества воды в водных объектах», согласно которой все водные объекты оцениваются по 5 классам водопользования:

– 1 класс характеризуется высокого качества водой, которую рекомендуется использовать для всех видов водопользования;

– 2 класс определяет воду, которая может быть использована для всех типов водопользования, кроме хозяйственно-питьевого назначения. Для того чтобы вода была пригодна для хозяйственно-питьевого назначения, требуются методы простой водоподготовки;

– 3 класс воды является пригодным для рекреации, орошения и промышленности. Для того чтобы вода была пригодна для хозяйственно-питьевого назначения, требуются более эффективные методы очистки. Воду этого класса не рекомендуется использовать для разведения лососевых рыб.

– 4 класс воды может быть использован только для орошения и промышленного водопользования, в том числе гидроэнергетики, добычи полезных ископаемых, гидротранспорта. Для того чтобы вода была пригодна для хозяйственно-питьевого назначения, требуется интенсивная водоподготовка. Вода данного класса не может быть использована для рекреационных целей.

– 5 класс воды характеризуется низкого качества водой. Она пригодна только для гидроэнергетики, добычи полезных ископаемых, гидротранспорта.

В *таблице 1* представлены комплексные показатели качества воды в бассейне р. Урал на территории Республики Казахстан за 2009-2022 гг.

Таблица 1

Комплексные показатели качества воды в бассейне р. Урал на территории Республики Казахстан за 2009-2022 гг.

Река	ИЗВ					КИЗВ					Класс водопользования			
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Жайык (Атырауская)	1,08	0,92	0,95	0,82	0,95	1,07	0	н.д.	0	0	>5	>5	4	4
Жайык (ЗКО)	1,08	0,92	1,08	0,87	1,02	н.д.	1,08	н.д.	1,3	1,75	4	4	>3	4
Елек (ЗКО)	1,81	1,2	1,05	1	1,14	н.д.	н.д.	н.д.	1,53	1,5	>5	4	4	3
Елек (Актюбинская)	5,52	5,16	5,42	5,72	6,34	3,68	3,8	4,39	3,48	4,89	4	4	4	4

н.д. – нет данных

Наибольшая степень загрязнения наблюдается на р. Елек в пределах Актюбинской области. Ежегодно наблюдаются превышения ПДК по бору и шестивалентному хрому. Загрязнение происходит из-за утечек технологических растворов с территории Актюбинского завода хромовых соединений, а также в результате фильтрации стоков из шламовых прудов. Данную территорию можно отнести к районам накопленного экологического вреда, непосредственно влияющую на качество воды трансграничной реки.

Река Урал (Жайык) в период 2009-2019 гг. характеризовалась как «чистая» или «умеренно загрязненная», где ИЗВ не превышал 1,08, а КИЗМ – 1,75. С 2019 г. река относиться к 4 классу водопользования. В целом наблюдается снижение загрязненности р. Урал (Жайык) от трансграничного створа в с. Январцево ниже по течению до Жайык-Каспийского канала, т.е. загрязнение формируется преимущественно трансграничным переносом с территории России и впадением загрязненных притоков выше г. Уральска. В низовьях Урала сбросов сточных вод практически нет (за исключением участка в районе г. Атырау, где располагаются коммунально-бытовые очистные сооружения и промышленные предприятия, в частности, ТОО «Атырауский НПЗ», АО «Атырауская ТЭЦ» и ТОО «Атырауполипропилен»).

Степная зона бассейна реки Тобол. В официальных статистических материалах Республики Казахстан приведены данные о качестве воды рек Тобол (Тобыл), Убаган (Обаган), Уй, Аят (Айет), Желкуар и водохранилищ Каратомар, Верхнетобольское (Жогаргы Тобыл), Амангельдинское (Аманкельды) и Шортанды.

Как было указано выше до 2013 г. использовался индекс загрязнения воды (ИЗВ), а с 2014 по 2018 гг. – комплексный индекс загрязненности вод (КИЗВ), с 2019 г. в Республике Казахстан была принята «Единая система классификации качества воды в водных объектах», по которой определяется класс водопользования.

Измерения качества воды в рамках государственного мониторинга проводятся на 13 створах. Вода в бассейне р. Тобол характеризуется 4 и 5 классами водопользования или не нормируется. Основными загрязняющими веществами, по которым регулярно фиксируются превышения ПДК, являются марганец, железо общ., магний, сульфаты, кальций, минерализация, хлориды.

Превышения нормативов качества по данным показателям обусловлены природно-климатическими и антропогенными факторами, историческими загрязнениями, сбросом сточных вод предприятий различной хозяйственной направленности и коммунальных предприятий и др. Так, ПДК по марганцу превышена в 20 раз, а кое-где даже в 30. Это связано с месторождением марганцевых руд в Костанайской области и процессами выщелачивания горных пород.

Трансграничная река Тобол протекает по территории Костанайской области Республики Казахстан через промышленные города Жетикара, Лисаковск, Тобол, Рудный, Затобольск, Костанай, где развита железорудная, бокситовая и др. горно- обогатительная промышленность. Огромное количество промышленных отвалов, хвосты обогатительных, перерабатывающих предприятий, золы, шламы, сточные воды и другие отходы являются источниками загрязнения компонентов природной среды различными соединениями и микроэлементами с токсичными и вредными свойствами. Горнодобывающая промышленность составляет в Костанайской области 45,4% от всей промышленности региона. Кроме этого, в источниках загрязнения участвуют 32 предприятия различных отраслей – ТОО «Карасу Ет», «Завод Казогнеупор», «Костанайские минералы», Мелькомбинат и др. [18].

В российской части в степной зоне бассейна р. Тобол (до г. Кургана) наблюдения в рамках государственного мониторинга проводятся в 9 створах. В *таблице 2* приведены сводные данные по качеству вод в бассейне р. Урал за период 2008-2022 гг. с динамикой класса качества вод (согласно УКИЗВ).

Воды в бассейне р. Тобол на всём ее протяжении до г. Кургана характеризуется 4-м классом качества. Динамики в улучшению или ухудшению качества воды не наблюдается. При этом менее загрязненным является р. Увелька в черте г. Южноуральска (класс качества преимущественно 3б), а наиболее загрязненным – р. Увелька 1 км ниже г. Южноуральска, где в 2021 г. отмечался 5-й класс качества. Здесь качество воды в р. Увелька формируется под влиянием сточных вод филиала «ОГК-3» «Южноуральская ГРЭС», МУП «Водоканал» г. Южноуральска и других промпредприятий города.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами являются соединения меди, марганца, цинка, железа, легкоокисляемые и трудноокисляемые органические вещества (по показателям БПК5 и ХПК), азот аммония и нитритов, сульфаты, фосфаты (по Р), магний, фенолы, нефтепродукты. При этом основным загрязняющим веществом в бассейне р. Тобол является марганец – критический показатель загрязненности, который характерен для Тобола на всем ее протяжении.

В целом такое низкое качество воды обусловлено трансграничным переносом с территории Республики Казахстан, где, как показано выше, наблюдается как антропогенное загрязнение водных объектов, так и существенное природное влияние.

Таблица 2

Класс качества воды в степной зоне бассейна р. Тобол за 2008-2022 гг.

Субъект РФ	Наименование створа	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Челябинская область	р. Уй – с. Степное (2 км выше)	4б	4а	4а	4а	4а	4а	4б	4б	4б	4в	4б	н.д.	н.д.	4в	н.д.
	р. Уй – п. Бобровский (1 км ниже)	4а	4а	4а	4а	4а	4а	4а	4а	4а	4а	4а	н.д.	н.д.	4а	н.д.
	р. Увелька – в черте г. Южноуральска	3б	3б	3б	3б	3б	4а	4а	4а	3б	3б	3б	н.д.	н.д.	3б	н.д.
	р. Увелька – 1 км ниже г. Южноуральска	5	4в	5	4б	5	4г	4б	4в	4в	4в	4б	н.д.	н.д.	5	н.д.
	Троицкое вдхр – г. Троицк	4а	4а	4а	4а	4а	4а	4а	4б	4а	4а	4а	н.д.	н.д.	4а	н.д.
Курганская область	р. Тобол – с. Звериноголовское	4а	4б	4б	4б	н.д.	н.д.	4б	4б	4а	4б	4б	4б	н.д.	4б	4б
	р. Тобол – микрорайон Арбинка, выше плотины Курганского вдхр	4а	4а	4а	4б	н.д.	н.д.	4б	4б	4б	4б	4б	4а	н.д.	4б	4б
	р. Тобол – пос. Смолино (в чете г. Кургана)	4а	4а	4а	4б	н.д.	н.д.	4а	4б	4б	4а	4б	4б	н.д.	4б	4б
	р. Уй – с. Усть-Уйское	4а	4б	4а	4б	4а	4в	4б	4в	4а	4б	4б	4а	4а	4б	4б

н.д. – нет данных

Выводы. Анализ статистических данных показывает их разрозненность и недостаточность. По некоторым регионам вообще отсутствуют значения УКИЗВ. Причем в государственных докладах последних лет не всегда приводятся даже классы качества воды (особенно это характерно для отчетов о Челябинской области).

Качество воды в регионе формируется под влиянием природных, так и антропогенных факторов. Реки Урал, Тобол, Уй, Илек являются трансграничными с зеркальным переносом загрязнения. Загрязнение с территории Российской Федерации попадает в Республику Казахстан по реке Урал, при этом реки Тобол, Уй, Илек несут существенное загрязнение на территорию Российской Федерации из Казахстана.

В целом динамики к улучшению или ухудшению качества воды для обоих бассейнов не наблюдается. Усредненные значения класса качества воды в бассейнах рр. Урал и Тобол (в пределах Российской Федерации) за период 2007-2022 гг. приведены на *рисунке 2*.

Для бассейна р. Урал на территории России характерным является 3-й класс качества воды. При этом 4-й класс наблюдается только в зонах повышенного антропогенного пресса от промышленных предприятий («Медногорский медно-серный комбинат», Блявинский рудник, Магнитогорский металлургический комбинат и пр.). На территории Республики Казахстан наиболее загрязненной является р. Илек.

Водные объекты в бассейне р. Тобол на территории Республики Казахстан относятся к 4 и 5 классами водопользования или не нормируются. Загрязненные воды попадают на территорию Российской Федерации, где также подвергаются существенному антропогенному влиянию. На территории России воды в бассейне р. Тобол относятся к 4-му классу качества, а иногда даже к 5-му.

Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда (проект № 22-27-00239).

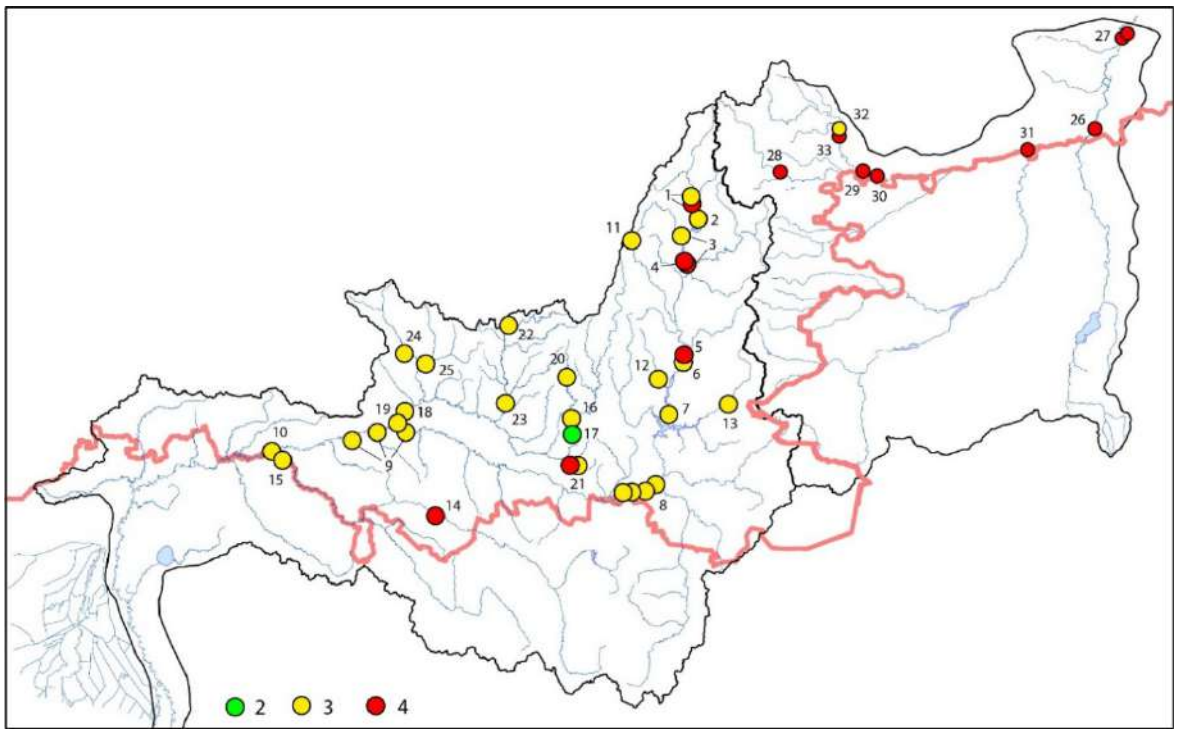


Рисунок 2. Усредненные значения класса качества воды в бассейнах рр. Урал и Тобол (в пределах Российской Федерации) за период 2007-2022 гг.

1 – Урал – Верхнеуральск; 2 – Верхнеуральское вдхр. – Спасский; 3 – Урал – Магнитогорск; 4 – Магнитогорское вдхр; 5 – Урал – Богдановское; 6 – Урал – Березовка; 7 – Ириклинское вдхр; 8 – Урал – Орск; 9 – Урал – Оренбург; 10 – Урал – Илек; 11 – Бол. Кизил – Бурангулово; 12 – Бол. Уртазымка – Сосновка; 13 – Суундук – Майский; 14 – Илек – Веселый; 15 – Илек – Илек; 16 – Сакмара – Акъюлово; 17 – Сакмара – Юмагузино; 18 – Сакмара – Тат. Каргала; 19 – Сакмара – Оренбург; 20 – Зилаир – Зилаир; 21 – Блява – Медногорск; 22 – Бол. Ик – Мраково; 23 – Бол. Ик – Спасское; 24 – Салмыш – Буланово; 25 – Юшатырь – Октябрьское; 26 – Тобол – Звериноголовское; 27 – Тобол – Курган; 28 – Уй – Степное; 29 – Троицкое вдхр. – Троицк; 30 – Уй – Бобровский; 31 – Уй – Усть–Уйское; 32 – Увелька – Южноуральск; 33 – Увелька – Троицк.

Список литературы

1. Павлейчик В.М., Сивохип Ж.Т. Формирование качества поверхностных вод бассейна верхнего течения реки Урал в условиях техногенной трансформации природной среды // Водные ресурсы. 2013. том 40. № 5. С. 456-467. DOI: 10.7868/S032105961304010X.

2. Кужина Г.Ш., Янтурин С.И. Исследование загрязнения тяжелыми металлами донных отложений верхнего течения р. Урал // ВЕСТНИК ОГУ. 2009. №6(100). С. 582-584.

3. Кужина Г.Ш., Янтурин С.И. Исследование содержания тяжелых металлов в верхнем течении реки Урал // ВЕСТНИК ОГУ. 2010. №1(107). С. 106-109.

4. Куржыкаев Ж., Баринова Г.К., Асылбекова А.С. Состояние гидрологического и гидрохимического режима реки Тобол // CHRONOS. 2020. 10(49). С. 8-12.

5. Дейнека В.К. Об источниках марганца в поверхностном стоке бассейна реки Тобол // Уральский геологический журнал. 2002. № 5 (29). С. 113-118.

6. Манаев Э.Ф., Фатхутдинова Р.Ш. Интегральная оценка экологического состояния водных объектов бассейна реки Урал (в пределах Российской Федерации) // SCIENCE TIME. 2016. № 1(25). С. 315-322.

7. Заславская М.Б., Пахомова О.М., Фролова Н.Л. Качество вод в бассейне р. Урал как одна из системных проблем трансграничного водопользования между Россией и Казахстаном // Степи Северной Евразии: материалы VII Международного симпозиума. Оренбург: ИС УрО РАН, Печатный дом «Димур». 2015. С. 348-351.

8. Бимагамбетова Л.Н., Имангалиева А.К. Анализ распространения загрязняющих веществ в бассейн р. Тобол // Вестник КазАТК. 2017. № 1(100). С.48-52.

9. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2008-2022 гг. Оренбург: Правительство Оренбургской области. 2009. 235 с.; 2010. 276 с.; 2011. 289 с.; 2012. 297 с.; 2013. 268 с.; 2014. 234 с.; 2015. 264 с.; 2016. 262 с.; 2017. 236 с.; 2018. 237 с.; 2019. 230 с.; 2020. 262 с.; 2021. 264 с.; 2022. 341 с.; 2023. 295 с.

10. Комплексный доклад о состоянии окружающей среды Челябинской области в 2008-2015 гг. Челябинск: Министерство по радиационной и экологической безопасности Челябинской области.

Электронный ресурс: [https://mineco.gov74.ru/mineco/other/protectingthepublic.htm] (дата обращения 22.02.2024).

11. Доклад об экологической ситуации в Челябинской области в 2016-2022 гг. Челябинск: Министерство экологии Челябинской области. 2017. 100 с.; 2018. 144 с.; 2019. 179 с.; 2020. 242 с.; 2021. 345 с.; 2022. 327 с.; 2023. – 208 с.

12. Доклад Природные ресурсы и охрана окружающей среды Курганской области в 2008-2017 гг. Курган: Правительство Курганской области. 2009. 207 с.; 2010. 205 с.; 2011. 200 с.; 2012. 224 с.; 2013. 209 с.; 2014. 220 с.; 2015. 220 с.; 2016. 226 с.; 2017. 233 с.; 2018. 244 с.

13. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Курганской области в 2018-2022 гг. Курган: Правительство Курганской области. 2019. 244 с.; 2020. 190 с.; 2021. 184 с.; 2022. 194 с.; 2023. 196 с.

14. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2008. Уфа: Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан. 2009. 200 с.; 2010. 189 с.; 2011. 343 с.; 2012. 366 с.; 2013. 319 с.; 2014. 336 с.; 2015. 326 с.; 2016. 310 с.; 2017. 316 с.; 2018. 330 с.; 2019. 276 с.; 2020. 286 с.; 2021. 287 с.; 2022. 300 с.; 2023. 319 с.

15. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. 2021. Ростов-на-Дону: Изд-во Гидрохим. ин-та, 2022. 620 с.; 2023. 636 с.

16. Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Казахстана. Статистический сборник. 2009-2022 гг. Астана: Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан, 2009. 134 с.; 2010. 180 с.; 2015 159 с.; 2016. 219 с.; 2017. 209 с.; 2018. 209 с.; 2019. 238 с.; 2020. 253 с.; 2021. 244 с.; 2022. 243 с.; 2023. 276 с.

17. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2014-2022 гг. Астана: РГП «Казгидромет». 2015. 292 с.; 2016. 356 с.; 2017. 415 с.; 2018. 353 с.; 2019. 409 с.; 2020. 372 с.; 2021. 316 с.; 2022. 49 с.; 2023. 59 с.

18. Джаналеева Г.М., Жангужина А.А. Особенности современного состояния геосистем бассейновых территорий северного Казахстана // ВЕЛЕС. 2016. № 3-1 (33). С. 10-16.

УДК 628.112-047.44(571.13)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-583-590

АНАЛИЗ ВОДОЗАБОРОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РУССКО-ПОЛЯНСКОГО РАЙОНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

ANALYSIS OF GROUNDWATER WITHDRAWALS OF THE RUSSIAN-POLYANSKY DISTRICT OF THE OMSK REGION

Кондратьева Т.Л.[1], Ушакова И.Г.[2]
Kondratyeva T.L.[1], Ushakova I.G.[2]

[1,2] ФГБОУ ВО Омский ГАУ им П.А. Столыпина, Омск, Россия
FGBOU VO Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

E-mail: [1]tl.kondrateva@omgau.org, [2]ig.ushakova@omgau.org

Аннотация. Объектом исследования являются водозаборы подземных вод, включающие в себя водозаборные площадки с сооружениями и источники водоснабжения – подземные воды, используемые для водоснабжения населения Русско-Полянского района Омской области.

Оценено состояние водозаборов подземных вод Русско-Полянского района и разработаны предложения по их реконструкции. Методика исследований и проектирования включала: аналитическую часть: анализ информации о существующих водозаборах подземных вод, рассмотрение вопросов эксплуатации водозаборных скважин, анализах качества воды из подземных водозаборов на территории Русско-Полянского района Омской области; практическую часть: визуальное обследование водозаборных площадок, в том числе оборудование устьев скважин, наличие зон санитарной охраны; проектную часть: разработка предложений по реконструкции водозабора подземных вод в с. Хлебодаровка Русско-Полянского района.

Выполнена оценка безопасности эксплуатации скважинных водозаборов и качества добываемых подземных вод. В работе предложена методика оценки безопасности эксплуатации скважинных водозаборов. Впервые разработан комплекс мероприятий по реконструкции водозабора подземных вод, включающий технологию очистки всего объема воды, подаваемой населению в централизованную водопроводную сеть.

Практическая значимость работы заключается в получении общей картины состояния водозаборов подземных вод Русско-Полянского района Омской области для дальнейшего применения в проектировании, что позволит обеспечить сельские населенные пункты качественной водой для хозяйственно-питьевых нужд и поднимет уровень благополучия населения.

Ключевые слова: водозаборы подземных вод, водоподготовка, централизованное водоснабжение, Русско-Полянский район, Омская область.

Abstract. The object of the study is groundwater intakes, including water intake sites with structures and water supply sources – groundwater used for water supply to the population of Russko-Polyansky district of Omsk region.

The condition of groundwater intakes of the Russko-Polyansky district was assessed and proposals for their reconstruction were developed.

The methodology of research and design included analytical part: Analysis of information about existing water intakes, consideration of issues of operation of water intake wells, water quality analyzes from underground water intakes in the Russian-Polyansky district of the Omsk region; Practical part: visual survey of water intake sites, including the equipment of wellheads, the presence of sanitary protection zones; Design part: development of proposals for the reconstruction of groundwater intake in the village.

Safety assessment of well water intakes operation and quality of extracted groundwater is carried out. The work proposes a methodology for assessing the safety of the operation of wells. For the first time, a set of measures for the reconstruction of groundwater water intake was developed, including the technology of cleaning the entire volume of water supplied to the population to a centralized water supply network.

The practical significance of the work consists in obtaining a general picture of the state of groundwater intakes of the Russko-Polyansky district of Omsk region for further application in design, which will provide rural settlements with quality water for household and drinking needs and raise the level of well-being of the population.

Key words: groundwater intakes, water treatment, centralized water supply, Russko-Polyansky district, Omsk region.

Введение. Русско-Полянский район является административной единицей – южным муниципальным районом Омской области, который расположен в центральной части материка Евразия, почти в центре Российской Федерации, на юго-востоке Западно-Сибирской

низменности. С запада и юга района проходит государственная граница Российской Федерации с Казахстаном, на севере район граничит с Нововаршавским и Павлоградским муниципальными районами Омской области. Численность населения района, проживающего в 30 населенных пунктах, на 2021 год составляло 17 223 человека, а в 2010 году – 19233 [1].

На территории Русско-Полянского района преобладают степные ландшафты: повышенные плоско-западинные слабонаклонные равнины с редкими гривами, с сельхозугодьями на месте разнотравно-ковыльно-типчаковых степей, на черноземах южных.

Поверхностных источников водоснабжения (рек и ручьев) нет, есть несколько соленых озер, расположенных в северо-западной части: на территории Алаботинского округа – озера Ала-Бота, Жарылдыкуль, Кумон-Куль и три небольших озера на территории Хлебодаровского муниципального округа.

Материалы и методы. Вопросам состояния хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Омской области, в том числе из подземных водоисточников посвящены в следующие работы [2-4]. Одной из основных особенностей водных ресурсов Омской области является значительное загрязнение подземных водоисточников.

В зависимости от географического положения качественная составляющая подземных вод различна. Так, в южной части области вода щелочная, в средней полосе – с повышенной минерализацией. До 2014 года в Омской области реализовывалась программа «Чистая вода»: были построены локальные станции водоподготовки, закуплены автомобили для ее доставки и создано более 150 пунктов выдачи питьевой воды. Программа была закрыта, в т.ч. из-за проблем с финансированием.

Действующий в настоящее время федеральный проект «Чистая вода» не особо улучшает ситуацию с водоснабжением из подземных источников. На сегодняшний день актуальна проблема с уже существующими скважинами, отсутствие правильной эксплуатации ведет к снижению объемов и потере сооружения. Кроме того, на территории Омской области вопрос реального учета и необходимости ликвидации бесхозных водозаборных скважин остается одним из самых актуальных на протяжении ряда лет, так как подобные скважины являются потенциальным источником загрязнения подземных вод [5-7]. В соответствии с законодательством Российской Федерации за ликвидацию скважин, не подлежащих использованию, отвечает пользователь недр.

Особенно остра проблема питьевого водообеспечения для территорий, водоснабжение которых организовано за счет подземных вод. В большей степени это касается южных районов области, например Русско-Полянского, где подземные воды, используемые для водоснабжения населения без водоподготовки до требований СанПиН, находятся на глубине 700-1000 метров. Необходимо отметить, что в 2022 году введены в действие новые нормативные документы СанПиН 1.2.3685-21 и СанПиН 2.1.3684-21, регламентирующие повышенные требования к качеству воды [8, 9].

Результаты исследований и их обсуждение. В 2020-2022 гг. авторами были проведены визуальные обследования водозаборов, собран необходимый полевой и документальный материал, включая фондовую информацию по населенным пунктам Русско-Полянского района. Выполнен анализ существующей технической и эксплуатационной документации на действующие водозаборные сооружения. Оценено качество подземных вод, используемых населением района для питьевого водоснабжения. В настоящее время водообеспечение района осуществляется за счет одиночных водозаборов, из глубоководных скважин, которые, из-за естественного износа сооружения и несоответствующей эксплуатации, постепенно выходят из строя. Только в одном населенном пункте с числом жителей 800 человек (с. Хлебодаровка) работает станция водоподготовки, полностью очищающая весь объем воды. В остальных населенных пунктах, включая р.п. Русская Поляна, нет станции водоподготовки.

Русско-Полянский район расположен в пределах обширного геологического региона – Западно-Сибирской низменности. В геологическом строении территории участвуют кайнозойские и мезозойские отложения [10, 11]. Территория района имеет двухъярусное строение: по условиям формирования выделяются 2 гидрогеологических этажа, разделенных мощным (до 400-700 м) региональным водоупором мел-палеогенового возраста: верхний и нижний [12].

Верхний гидрогеологический этаж мощностью 300-350 м представляет собой комплекс песчано-алевритовых и глинистых отложений олигоцен-четвертичного возраста. Он характеризуется свободным водообменном. В его пределах распространены средне- и

высокоминерализованные воды. Подземные воды данного комплекса находятся в сфере влияния эрозионного вреза гидрографической сети и имеют непосредственную связь с поверхностными водами и атмосферой. Водоносный неоген-четвертичный комплекс является первым от поверхности.

Нижний гидрогеологический этаж сложен песчано-глинистыми породами от триасового до верхнемелового возраста. Водоносный апт-сеноманский комплекс, стратиграфически приуроченный к отложениям покурской свиты, имеет повсеместное распространение в пределах Русско-Полянского района Омской области, по нижней части комплекса имеются краткие единичные сведения.

В гидрогеологическом разрезе мезозойско-кайнозойских отложений описываемой территории выделяются ряд водоносных и относительно водоносных горизонтов. Согласно имеющейся информации о характеристике 10 водоносных горизонтов в пределах Русско-Полянского района [10, 11] об использовании вод различных подземных водных объектов для водоснабжения в целях хозяйственно-питьевого используется водоносный апт-сеноманский горизонт, приуроченный к отложениям покурской свиты (K_{1-2} pk). Глубина залегания гризонта 550-1030 м.

На 2024 год разведано одно месторождение подземных вод – Русско-Полянское месторождение питьевых подземных вод. Оно залегает на глубинах 590-610 м и приурочено к водоносному горизонту покурской свиты. Водовмещающие породы представлены тонкомелкозернистыми песками, слабо сцементированными песчаниками и песчаными алевритами. Мощность отдельных песчаных прослоев составляет 10-40 м. Усредненная мощность обводненных пород верхней части покурской свиты составляет 160 м. Подземные воды высоконапорные. Пьезометрические уровни подземных вод устанавливаются на глубинах от 20 до 29,1 м.

По химическому составу подземные воды относятся к гидрокарбонатному натриевому, реже гидрокарбонатно-хлоридному натриевому типу с минерализацией от 1,4 до 1,5 г/дм^3. Качественным недостатком является повышенная минерализация подземных вод. Отмечается агрессивность вод, обусловленная содержанием свободного CO_2 до 52,8 мг/дм^3.

Дебиты эксплуатационных скважин изменяются от 6,26 до 15,25 л/с при понижениях уровня соответственно на 4,0 и 6,5 метров. Удельные дебиты составили 1,21-2,74 л/с. Коэффициенты фильтрации изменяются от 0,44 до 1,76 м/сут, коэффициенты водопроводимости – от 89 до 263 м^2/сут. (для подсчета запасов принято среднее значение коэффициентов водопроводимости – 160 м^2/сут).

Подсчет запасов подземных вод произведен применительно к площадному водозабору для неограниченного водоносного горизонта. Допустимое эксплуатационное понижение уровня с учетом конструкции скважин и технической возможности водоподъемного оборудования составляет 64 м.

Эксплуатационные запасы составляют (в м^3/сут) по категориям А и Б:

А: 6006 м^3/сут (Примечание: данные запасы выделяются на месторождениях или участках недр, в пределах которых имеются действующие водозаборы по добыче подземных вод).

Б: 6893 м^3/сут. (Примечание: запасы, которые выделяются на месторождениях и участках недр, в пределах которых имеются действующие водозаборные сооружения (переоценка запасов), а также на разведанных месторождениях или участках недр питьевых, технических и минеральных подземных вод 1-й и 2-й группы сложности по геолого-гидрогеологическим условиям) [13].

Согласно данным [12] запасы подземных вод оценивались в 10 муниципальных районах, в том числе в Русско-Полянском муниципальном районе *(таблица 1)*, где водообеспечение населения производится только за счет подземных вод.

Водозаборы подземных вод в населенных пунктах Русско-Полянского района представлены в трех типовых схемах [14,15]: [Скважина → разводящая сеть]; [Скважина → ВБ → разводящая сеть] и [Водовод (от скважины в другом селе) →ВБ → разводящая сеть].

Основным элементом водозаборов является водозаборное сооружение – водяная скважина. Обследование водозаборов подземных вод было проведено по двум направлениям:

1 – оценивалась безопасность эксплуатации водяных скважин, как основного сооружения водозабора подземных вод;

2 – соответствие источников водоснабжения нормативным требованиям по питьевому качеству.

Из информации, предоставленной отделом ЖКХ администрации Русско-Полянского района, следует, что водоснабжение населения организовано только за счет водозаборных скважин глубиной 485-1010 м.

По данным Управления по недропользованию по Омской области [1] на апт-сеноманский водоносный комплекс покурской свиты на территории Русско-Полянского района было пробурено 98 скважины, по данным территориального фонда геологической информации по Омской области – 114 *(таблица 2)*.

Таблица 1

Основные показатели водоснабжения из подземных источников в Русско-Полянском районе Омской области

Население, чел	Водоотбор, тыс. $м^3$/сут.	Минимальное водопотребление, тыс. $м^3$/сут	Минерализация, г/л	Запасы, тыс. $м^3$/сут	Балансовые скважины, шт	Учтенные скважины в ТФГИ, шт	Действующие скважины,шт	Участки подземных вод, шт	Водоотбор по лицензии, тыс. $м^3$/сут
17747	0,13	2,5	≤1,5	10-50	11	106	58	16	1,76

Таблица 2

Количество глубоководных скважин, пробуренных на территории Русско-Полянского района Омской области

№	Наименование населенного пункта	Информация по пробуренным скважинам			
		ВСЕГО	Ликвидировано	Нет сведений	Действующие
1	р.п. Русская Поляна	14	4	7	3(1971,-84,-91)
2	Ст. Русская Поляна	2		1	1
3	село Алабота	3		1	2(1970,-91)
4	аул Бузан	2	1		1(1970)
5	деревня Озерное	5	3	1	1(1979)
6	деревня Пограничное	2		1	1(1991)
7	село Солнечное	2			2(1975,-91)
8	деревня Андриановка	2		1	1(1980)
9	деревня Невольное	3	2		1(1967)
10	деревня Новоивановка	-			
11	деревня Там-Чилик	2	1		1(1969)
12	село Добровольск	4		1	2(1971,-91)
13	деревня Голубовка	3	1	2	
14	село Калинино	3		1	2(1998,2000)
15	деревня Бессарабка	8	3	4	1(1998)
16	деревня Черноусовка	1			1 (1965)
17	село Новосанжаровка	5	1	3	1(1958)???
18	деревня Жуковка	3	1	1	1(1987)
19	село Бологое	7	4	2	1(1981)
20	деревня Волотовка	2		2	
21	деревня Розовка	7	5	1	1(1970)
22	деревня Ротовка	2		1	1(1980)
23	село Сибирское	3		2	1(1969)
24	деревня Логуновка	2	1		1(1986)

№	Наименование населенного пункта	Информация по пробуренным скважинам			
		ВСЕГО	Ликвидировано	Нет сведений	Действующие
25	деревня Степное	3	1	1	1(1969)
26	село Хлебодаровка	3	1	2	
27	деревня Степановка	1			1(1967)
28	деревня Тогунас	1			1(1970)
29	село Цветочное	7	2	1	4(1975-79;1991-92)
30	село Целинное	9	1	6	2(1970,1991)
31	аул Бас-Агаш	1			1(1985)
32	аул Каратал	2		2	
	ВСЕГО	114	32	44	38

Последние две глубоководные скважины пробурены в 2000 году в селе Калинино. За период с 2001 по 2021 год года на территории района не было построено ни одной скважины; в 2017 году в с. Калинино отремонтирована одна скважина. В настоящий момент действующих осталось 38 скважин в 28 населенных пунктах. Из 114 скважин ликвидировано и снято с учета 32 скважины, по 44 глубоководным скважинам нет информации.

Причина выхода из строя скважины на воду, кроется не только в естественном износе сооружения, но и в низком уровне эксплуатации сооружений, отсутствии квалифицированного обслуживания скважин. Любая водяная скважина, как сооружение, с момента строительства, должна обладать высоким уровнем свойства, которое называется «безопасность эксплуатации» (БЭВС) [4, 6]. Установлено, что все информационные области требуют изучения. Самую низкую оценку получили основополагающие для продления жизненного цикла скважин ионформационные области: нормативная (12%) и эксплуатационная (13%). Это является следствием отсутствия отрасли «бурения скважин на воду» как таковой. Нет отрасли – нет нормативной базы, нет подготовки специалистов. Данная оценка подтверждается фотоматериалами и собранной информацией по водозаборам.

Всего обследовано 38 скважинных водозаборов. Обследованные водозаборы в р.п. Русская Поляна являются типичными представителями всех водозаборов района. Из скважины осуществляется неконтролируемый водоотбор, что противоречит лицензионному соглашению на пользование недрами. Водозаборы содержатся в антисанитарных условиях, не имеют зоны санитарной охраны, что противоречит требованиям СанПиН 2.1.3684-21, СанПиН 2.1.4.1110-02 [8,16]. Результаты обследования показали полное отсутствие обслуживания водозаборов, несоблюдение правил эксплуатации.

Для определения доброкачественности источников водоснабжения исследуемого района выполнен анализ протоколов испытаний проб воды, выполненных аккредитованной испытательной лабораторией Филиала ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» в Омской области в различные годы, включая показатели воды при сдаче скважин.

По полученным данным выяснено, что имеется превышение допустимого значения по следующим показателям: цветность, содержание хлоридов, железа, сухого остатка, аммиака, что недопустимо в соответствии с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 *(таблица 3)*. Рассчитан процент соответствия подземных источников требованиям СанПиН [9] по изученным показателям.

Таблица 3

Результаты испытаний качества воды из скважин Русско-Полянского района Омской области

Наименование населенного пункта	Скважина		Сух.ост	Cl	Fe	NH^{4+}	F
	номер	Глубина, м	мг/дм^3				
р.п. Русская Поляна	8246	850					
	8611 (к)	798					
	3361 (л)	757	1548	180			
	8268 (л)	798	1190	200			
	8357 (л)	862	1564	295			
	12-327	842	1384	173			
	12-352(нр)	830	1386	177			

	28-392	780	1420	180	**0,5**	0,2	
Ст. Русская Поляна	3232	850	1396	210	**0,6**	0,1	
	23-395(нр)	750					
С. Алабота	96-370	880	1780	**360**	**2**	0.4	**2,5**
	ОМ-196	905,5	1391	296	0,2	1,08	
аул Бузан	83-370	920	1600	260	**0.5**	0.4	
Д. Озерное	3-379	923	1800	310	**0.25**	0.8	
Д. Пограничное	ОМ-195	908,5	1799	183	**0,46**	0,19	
село Солнечное	ОМ-186	728	1814	160			
	6-375	810	1420	180	**0,5**	0,2	
Д. Андриановка	118-380	785	1418	**432**	**0,58**	**1,5**	
Д. Невольное	87-Р	810	1384	128	**2,17**	**1,83**	
Д. Новоивановка							
Д. Там-Чилик	40-369	678	1387	255,6	**0,64**	**1,58**	
С.Добровольск	50-371	824	1382	102	0,1	0,4	
	91-391	814	1050	109	**0,25**	0,2	1,3
Д. Голубовка	29-392	780	1040				
С. Калинино	8-98р	490	2254		0,1		**4**
	9-20р	485	2235,8		**2,7**		
Д. Бессарабка	25-98-р	490					
Д. Черноусовка	62-р	603	1973,8		**1**		
С.Новосанжаровка	44	554	2114	322	0,2	0,8	**3,2**
Д. Жуковка	42-387	694	1970	**413**	0,15	0,1	
С. Бологое	5-381	798	2040	193	**0,25**	0,1	
Д. Волотовка							
Д. Розовка	113-370	840	1160	150	**0,25**	0,8	
Д. Ротовка	117-380	788,9	1280	177	**0,25**	0,4	
С. Сибирское	93	897	1166	95,5	**0,3**		**4,2**
	188	841	1165	173	0,12		
Д. Логуновка	79-Р	971	1104	114,7			
Д. Степное	94	927	1090	98,4			
С. Хлебодаровка	5-382(нр)	753	2180	**551,25**	**0,68**	**2,85**	
Д. Степановка	81-Р	767	2366	**571**			
Д. Тогунас	95-370	650	2148	**454**			
С. Цветочное	10-392	769	1340	145	**0,4**	0,2	1,4
	93-391	727	1420	180	**0,5**	0,2	
	7-379	709	1250	170	0,1	0,2	
	9-375	698	1210	170	**0,25**	0,4	
С. Целинное	ОМ-181	881	1457	130	**0,25**	0,2	**2,2**
	113-380	960	1170	120	**0,25**	2	
	7-383(нр)	923	1240	112	**1,5**	2	
аул Бас-Агаш	7-385	856	1024	126	0,1	0,2	
аул Каратал	1-384(нр)	980					
% соответствия качества воды СанПиН 1.2.3685-21	–	–	0	84,6	25	85,2	28,5

Руководствуясь Письмом Роспотребнадзора от 28 октября 2008 года № 07-3ФЦ/5219 можно уверенно утверждать, что источники водоснабжения Русско-Полянского района не обладают свойством доброкачественности. Таким образом, для всех водозаборов подземных вод в Русско-Полянском районе требуются станции водоподготовки. Ситуацию усугубляет тот факт, что анализы воды отбираются не регулярно и не по всем необходимым показателям (например, нет ни одного анализа на радиологию). Это свидетельствует об отсутствии системы мониторинга за подземными водами.

Для обеспечения санитарно-эпидемиологической надёжности работы скважинного водозабора на примере с. Хлебодаровка определены размеры зоны санитарной охраны (ЗСО) в составе трёх поясов в соответствии [16], которые составили: $R_{ЗСО-I}$=30 м, $R_{мЗСО-II}$=62 м, $R_{хЗСО-III}$=417 м.

Подбор технологии водоподготовки выполнено на основании анализов подземных вод ближайшего водозабора – скважины № 95-370 д. Тогунас. Проектируемый водоисточник относится к 3 классу, для которого требуется водоподготовка в обязательном порядке с корректировкой следующих показателей: мутность, цветность, привкус, железо, хлориды, сухой остаток, аммиак. Подбор базовой технологии водоподготовки был выполнен по алгоритму в соответствии с рекомендациями принятого нормативного документа [17].

В связи с тем, что качество подземного источника оценено только в отношении небольшого количества показателей и характеризуется высокой минерализацией, повышенным содержанием железа и солесодержанием (хлориды), нет подтвержденной информации по другим загрязнениям, в том числе и антропогенным, то применение общего классификатора с целью подбора технологических решений может использоваться частично. Поскольку подземная вода отличается повышенной минерализацией, то важным моментом является подбор технологии опреснения воды.

В рамках настоящей работы принята технология водоподготовки, основанная на использовании обратного осмоса. Принятая технология водоподготовки апробирована в Новосибирской области. Станция водоподготовки работает в автоматическом режиме без постоянного присутствия персонала, оборудована локальными системами автоматизации и внутренним силовым электрооборудованием.

Дополнительно был выполнен экономический расчет окупаемости проекта, предложены мероприятия по соблюдению энергоэффективности при строительстве и эксплуатации водозабора и обозначены проблемы в предэксплуатационный период.

Основные выводы:

1. Визуальное обследование состояния водозаборов подземных вод в населенных пунктах Русско-Полянского района Омской области и анализ существующей технической, эксплуатационной документации на действующие сооружения показал низкий уровень безопасности эксплуатации, недостаточную квалификацию и компетентность обслуживающих компаний, аварийное состояние и постепенный выход из строя глубоководных скважин из-за естественного износа материалов и неправильной эксплуатации.

2. Качество подземных вод Русско-Полянского района Омской области, добываемых из глубоководных скважин и используемых для питьевого водоснабжения, не соответствует питьевым нормам и их применение в хозяйственно-питьевых целях допустимо только после водоподготовки.

3. Разработанные рекомендации по реконструкции водозабора подземных вод носят практический характер. Данные мероприятия позволят восстановить систему водоснабжения в конкретном селе и обеспечить население питьевой водой в полном объеме.

Таким образом, выполненная работа показала, что все скважинные водозаборы Русско-Полянского района нуждаются в реконструкции или капитальных ремонтах. Разработанные рекомендации по реконструкции водозабора подземных вод в с. Хлебодаровка являются социально значимыми, так как позволят улучшить ситуацию с питьевым водоснабжением, что, безусловно, повлияет на уровень жизни населения в целом.

Список литературы

1. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Омской области: официальный сайт. 2021. URL: http://omsk.gks.ru. (дата обращения: 10.05.2021).

2. Kondratyeva T.L., Ushakova I.G., Trotsenko I.A., Korchevskaya Yu.V., Gorelkina G.A. Analysis of water supply sources in Kormilov district of Omsk region // IOP: Earthand Environmental Science. 2021. No 659(1). P. 012129.

3. Kondratyeva T.L., Ushakova I.G., Korchevskaya Y.V., Trotsenko I.A., Gorelkina G.A. Water supply of Azovsky Nemetsky (German) National District in the Omsk Region: present-day situation, problems and outlook // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 745. Is. 1. P. 012008.

4. Кондратьева Т.Л., Кныш А.И., Шлёкова И.Ю. Аспекты водоснабжения из подземных источников (на примере Омского Прииртышья) // Теория и практика современной аграрной науки: сб. III Нац. (всерос.) науч. конф. с междунар. участием (г. Новосибирск, 28 февр. 2020 г.) / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Новосибирск: Золотой колос, 2020. Т. 3. С. 677-681.

5. Кондратьева Т.Л., Ушакова И.Г. Водозаборная скважина как источник экологического риска // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях ИПиЗЧС-2020: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. Саратов, 2020. С. 113-117.

6. Кондратьева Т.Л., Попова В.В. Сохранение фонда водяных скважин как один из способов качественного водоснабжения сельских населенных пунктов и сельскохозяйственных предприятий // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2020. № 3(39). С. 207-223.

7. Кондратьева Т.Л., Ушакова И.Г. Проблемы достижения энергоэффективности скважинных водозаборов в предэксплуатационный период // Водные ресурсы – основа глобальных и региональных проектов обустройства России, Сибири и Арктики в XX веке: Сб. ст. нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Тюмень, 2021. С. 70-74.

8. СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»/ [электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: https://docs.cntd.ru/document/573536177 (дата обращения: 03.05.2021).

9. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: https://docs.cntd.ru/document/573500115 (дата обращения: 03.05.2021).

10. Государственная геологическая карта Российской Федерации Лист N-43-XX. - [электронный ресурс]// ФГБУ «ВСЕГЕИ»: официальный сайт. 2021. URL: http://www.geolkarta.ru/list_200.php?idlist=N-43-XX (дата обращения: 11.02.2021).

11. Государственная геологическая карта Российской Федерации Лист N-43-XXI [электронный ресурс]// ФГБУ «ВСЕГЕИ»: официальный сайт. 2021. URL: http://www.geolkarta.ru/list_200.php?idlist=N-43-XXI (дата обращения: 11.02.2021).

12. Экологический паспорт Омской области [Электронный ресурс] //Правительство Омской области: официальный сайт. 2021. URL: http://mpr.omskportal.ru/ru/RegionalPublicAuthorities /executivelist/MPR/pravaya-kolonka/ecopasport.html (дата обращения: 10.05.2021).

13. Федеральное агентство по недропользованию. Омский филиал ФБУ «ТФГИ по Сибирскому федеральному округу»: официальный сайт. 2021. URL: http://www.omsktfi.ru/informatsionnye-resursy/kadastry-mestorozhdenij/49-2010-03-22-05-32-09.html (дата обращения: 10.10.2021).

14. Горелкина Г.А. Водозаборные сооружения поверхностных и подземных вод [http://e.lanbook.com]: учебное пособие. Омск: ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина, 2014. 124 с.

15. СП 31.13330.2021. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*). Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. URL: https://minstroyrf.gov.ru (дата обращения: 16.01.2024)

16. СанПиН 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. Москва: Минздрав России, 2002. С. 13.

17. Справочник перспективных технологий водоподготовки и очистки воды с использованием технологий, разработанных организациями оборонно-промышленного комплекса и учетом оценки риска здоровью населения [электронный ресурс] // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации: официальный сайт. 2021. URL: https://minstroyrf.gov.ru/docs/18725/ (дата обращения: 03.05.2021).

УДК 631.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-591-598

ТЕРМОГРАДИЕНТНОЕ ПЕРЕДВИЖЕНИЕ ВЛАГИ В ПАХОТНЫХ ПОЧВАХ ЮГА СИБИРИ

THERMOGRADIENT MOVEMENT OF MOISTURE IN ARABLE SOILS OF SOUTHERN SIBERIA

Кравцов Ю.В.
Kravtsov Yu.V.

Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия
Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

E-mail: kravtsov60@mail.ru

Аннотация. Обобщены результаты изучения зимнего термоградиентного передвижения влаги в почвах юга Западной Сибири и Забайкалья, в том числе, и материалы авторских многолетних полевых наблюдений в Ишимской степи. По итогам обзора выделены основные факторы миграции влаги под воздействием температурного градиента в течение холодного сезона года – глубина проникновения 0°, гранулометрический состав почв и подпочвенных пород, уровень грунтовых вод и исходная влажность почв. Сформулировано предположение о преобладающих механизмах зимнего передвижения влаги в почвенно-грунтовых толщах Ишимской степи зависимости от близости залегания грунтовых вод и исходной влажности почв. При залегании грунтовых вод ниже критической глубины, но исходной влажности почвенно-грунтовых толщ на уровне наименьшей влагоемкости преобладает пленочное передвижение влаги; при неглубоком залегании грунтовых вод и влажности почв в промежутке от наименьшей до капиллярной влагоемкости усиливается роль термокапиллярного механизма; чем выше грунтовые воды и больше влажность почв и грунтов, тем значимее удельный вес термокапиллярной миграции в аккумуляции влаги в сезонно промерзающем слое. Представлен краткий обзор публикаций, в которых осуществлены попытки моделирования термоградиентного передвижения почвенной влаги. Необходимость продолжения изыскательских работ по проблеме миграции почвенной влаги под влиянием температурных градиентов обоснована современными изменениями окружающей природной среды в южных районах Сибири и важностью изучения миграции влаги при весенне-летнем прогревании почв.

Ключевые слова: почвенная влага, зимняя миграция, слой намерзания, механизмы передвижения, моделирование передвижения.

Abstract. The results of studying the winter thermogradient movement of moisture in the soils of the south of Western Siberia and Transbaikalia, including materials from the author's long-term field observations in the Ishim steppe, are summarized. Based on the results of the review, the main factors of moisture migration under the influence of a temperature gradient during the cold season of the year were identified - penetration depth of 0°, granulometric composition of soils and subsoil rocks, groundwater level and initial soil moisture. An assumption has been formulated about the prevailing mechanisms of winter moisture movement in the soil-ground strata of the Ishim steppe, depending on the proximity of groundwater and the initial soil moisture. When groundwater occurs below the critical depth, but the initial moisture content of the soil-ground strata is at the level of the lowest moisture capacity, film movement of moisture predominates; with shallow groundwater and soil moisture in the range from minimum to capillary moisture capacity, the role of the thermocapillary mechanism increases; The higher the groundwater and the higher the moisture content of soils and soils, the more significant the proportion of thermocapillary migration in the accumulation of moisture in the seasonally frozen layer. A brief review of publications is presented in which attempts were made to simulate the thermogradient movement of soil moisture. The need to continue research work on the problem of soil moisture migration under the influence of temperature gradients is justified by modern changes in the natural environment in the southern regions of Siberia and the importance of studying moisture migration during spring-summer soil warming.

Key words: soil moisture, winter migration, frost layer, movement mechanisms, simulation of movement.

Введение. Изучение содержания влаги и процессов ее перераспределения в почвах под влиянием факторов среды остается значимой практической задачей, результаты которой необходимы для программирования урожаев сельскохозяйственных культур [1].

Степная и лесостепная зоны Сибири представляют собой важный аграрный регион России. Однако, этот регион отличается обилием природных факторов, осложняющих получение высоких стабильных урожаев сельскохозяйственных культур в его пределах. Среди этих факторов: продолжительное выстывание и промерзание почв, позднее их оттаивание и

прогревание до активных температур, ограниченность и неравномерность распределения во времени и в пространстве ресурсов почвенной влаги. На этом основании мониторинг гидрологического состояния пахотных почв южных районов Сибири, в том числе, статей их водного баланса и процессов передвижения влаги, характеризуется непреходящей актуальностью.

Миграция влаги под воздействием температурного градиента в континентальных условиях Сибири является существенным элементом водного режима почв, а перераспределенная влага – заметной статьей их водного баланса. Этому способствует несколько обстоятельств: 1) часто близкое к земной поверхности положение грунтовых вод в пределах низменных слабо расчлененных равнин; 2) большая разница температур между поверхностью слоя сезонного выстывания и прогревания и подпочвенной толщей грунтов с постоянной температурой; 3) значительная вертикальная мощность слоя с сезонно изменяющимися температурами. В результате выстывания часть влаги из нижних подпочвенных толщ перераспределяется в сезонно промерзающий слой. В течение периода прогревания почв часть влаги перемещается вниз, что в итоге может приводить к изменениям запасов доступной растениям воды в корнеобитаемом слое.

Абсолютные величины сезонно перераспределяющейся влаги и пространственное положение слоя ее вертикальной миграции характеризуются различным практическим значением. Так, например, вследствие термоградиентного передвижения почвенно-грунтовой влаги может изменяться уровень грунтовых вод при отсутствии видимых статей прихода и расхода воды. Намерзающая влага может явиться дополнительным ресурсом доступной растениям воды или, наоборот, выступить фактором снижения пористости аэрации в корнеобитаемом слое; слой намерзания влаги может представлять собой «остров холода», задерживающий прогревание почв. В пределах возвышенных участков сезонно перераспределяющаяся влага может оказаться вовлеченной в формирование льдистого экрана в верхних слоях почвы, препятствующего инфильтрации влаги и обусловливающего развитие поверхностного стока и эрозии почв.

При столь очевидном практическом значении, однако, до сих пор отсутствуют обобщения по термоградиентной миграции влаги в своеобразных природно-климатических условиях юга Сибири. Среди этого своеобразия отметим только не по широте холодную и продолжительную зиму и короткое теплое лето, а также типичную для континентального климата выраженную межгодовую изменчивость метеоэлементов.

Цель работы – обобщить материалы по термоградиентному передвижению влаги в пахотных почвах юга Сибири и обосновать задачи дальнейшего изучения сезонной миграции почвенной влаги.

Район исследований – степная и лесостепная зоны Сибири.

Методы исследования. Методом обобщения систематизированы опубликованные материалы и данные собственных многолетних полевых наблюдений в Ишимской степи по термоградиентному передвижению влаги в пахотных почвах; отобраны работы по моделированию процессов передвижения влаги под влиянием разницы температур. На основе обобщений методом анализа выделены основные факторы сезонной миграции влаги в почвах юга Сибири, сформулированы предположения о соотношении различных потоков передвигающейся влаги в своеобразных условиях Ишимской степи и обоснована важность продолжения изучения миграции влаги в пахотных почвах региона. Методом проектирования сформулированы задачи по дальнейшему изучению термоградиентного передвижения почвенной влаги в динамичных условиях среды.

Результаты и их обсуждение. В пределах обширной территории степной и лесостепной зон Сибири изучение передвижения влаги в почвенно-грунтовых толщах под влиянием разницы в температурах осуществлялось только в отдельных их районах в течение второй половины XX столетия. При этом исследовалась, в первую очередь, зимняя миграция влаги. В результате этих работ установлено, что в аридной зоне Западной Сибири влажность сезонно промерзающего слоя суглинистых разностей увеличивается за счет подтягивания влаги на 2,3% [2].

В пределах Барабинской низменной равнины выявлено, что величина намерзания влаги составляет 102-182 мм в метровом слое лугово-болотной тяжелосуглинистой почвы против 13-29 мм в лугово-черноземной тяжелосуглинистой почве на гриве, горизонт капиллярного насыщения которой не охвачен сезонным промерзанием. Величина криогенной аккумуляции почвенной влаги резко (в 5-6 раз) возрастает, если капиллярная кайма грунтовых вод

охватывается сезонным промерзанием [3, 4]. При неглубоком залегании грунтовых вод влажность промерзающего слоя почв Барабинской равнины увеличивается на 30-70%, а нередко и вдвое [5].

В супесчаных почвах Кулунды при глубоком залегании грунтовых вод (на глубине 5,2 м) и невысокой исходной влажности почвенно-грунтовой толщи процесс накопления влаги в верхнем метровом слое за зимний период выражен очень слабо – прибавка влаги в слое 0-1,0 м составляет 4,7 мм за счет снижения влажности в слое 1,0-2,0 м на 6,7 мм. Если же уровень грунтовых вод осенью фиксируется на глубине 2,7 м, в слое 0-50 см с ноября по март намерзает до 50 мм влаги [6]. В верхнем метровом слое суглинистой разности чернозема Кулундинской степи накопление влаги с октября по март при уровне грунтовых вод 3,5-6,0 м, по данным метеорологической станции «Родино», составляет 28-72 мм [7].

В среднесуглинистых луговых почвах Кулунды при осеннем уровне грунтовых вод 1,5 м установлена криогенная аккумуляция почвенной влаги в объеме 100 мм; в супесчаных лугово-каштановых почвах при исходном уровне грунтовых вод 3,2 м – 30 мм. При снижении уровня грунтовых вод на одной катене выявлено одновременное заглубление пространственного положения слоя намерзания влаги и возрастание расстояния между грунтовыми водами и нижней границей слоя морозной аккумуляции. Так, при уровне грунтовых вод 1,5 м слой намерзания зафиксирован в промежутке глубин 25-80 см; расстояние между грунтовыми водами и нижним краем слоя криогенной аккумуляции составило 70 см. При уровне грунтовых вод 312 см слой намерзания оказывается на глубинах 125-160 см, его удаленность от уровня грунтовых вод достигает 140 см. Установлено, что при близком залегании грунтовых вод (менее 3 м на третью декаду октября) аккумуляция влаги в мерзлом слое не вызывает эквивалентного иссушения подмерзлотных слоев, где ее изъятие частично или полностью компенсируется притоком капиллярной влаги. Расход влаги капиллярной каймы в зону криогенной аккумуляции сопровождается понижением уровня грунтовых вод [8].

В Восточном Забайкалье в лугово-лесных мерзлотных почвах приращение влаги за счет зимней термомиграции может достигать 78 мм [9]. Для метрового слоя целинных лугово-черноземных мерзлотных почв Бурятии в годы с высоким предзимним увлажнением профиля выявлена криогенная аккумуляция влаги в объеме 80 мм [10] и в очередной раз констатировано, что при очень низкой влажности почвы (при наличии в ней лишь прочносвязанной воды) передвижение влаги в жидком виде невозможно, а скорость миграции рыхлосвязанной воды очень мала. Поэтому при очень низкой влажности передвижение воды происходит на крайне малые расстояния, только при очень больших градиентах температуры и чрезвычайно медленно, т.е. микроскопически.

Представим результаты собственных полевых наблюдений за зимней миграцией влаги в почвах Ишимской степи. Исследуемые почвенно-грунтовые толщи характеризуются, как правило, идентичным тяжелосуглинистым гранулометрическим составом с высоким содержанием илистой фракции (до 45% веса) и постоянно повышенной влажностью подпочвенной толщи (на уровне наименьшей влагоемкости (НВ)) независимо от уровня грунтовых вод и положения почв в рельефе. В холодный сезон года почвенно-грунтовые толщи испытывают длительное (в течение 5-6 мес.) охлаждение и промерзание. Глубина проникновения отрицательных температур практически не зависит от положения почв в рельефе и от близости капиллярной каймы грунтовых вод к фронту промерзания, а определяется, главным образом, суровостью зимы и мощностью снежного покрова и составляет 170-240 см в разные годы. В ходе промерзания почв и подстилающих пород в их профиле проявляется перераспределение влаги и формирование зоны ее намерзания. Глубина расположения и мощность зоны криогенной аккумуляции влаги находятся в прямой зависимости от глубины проникновения отрицательных температур. Эта зона формируется в промежутке от 80 до 180 см, т.е. за пределами слоя эваподесуктивного иссушения по яровым зерновым культурам. Верхняя граница зоны намерзания в почвах, где грунтовые воды лежат ниже критической глубины, отмечается на одном уровне – 70-80 см от поверхности. Это связано с тем, что передвижение влаги к промерзающему слою и намерзание в нем осуществляется лишь при достаточно высокой его исходной увлажненности, превышающей или близкой к НВ. Выше же указанной глубины происходит ежегодное иссушение почв до уровня влажности завядания (ВЗ). Если грунтовые воды осенью фиксируются на глубинах, превышающих критические, верхняя граница слоя намерзания может отмечаться на отметках 40-80 см от земной поверхности; положение нижней границы зоны криогенной аккумуляции практически не зависит от глубины залегания грунтовых вод.

Величины намерзания влаги невелики и достигают 15-30 мм при залегании грунтовых вод ниже критической глубины и 25-50 мм при положении грунтовых вод выше критической глубины. Источниками криогенной аккумуляции влаги служит влага нижележащих непромерзающих слоев и влага грунтовых вод в случае, если расстояние между фронтом промерзания и уровнем грунтовых вод меньше 250 см. Роль криогенной аккумуляции в погашении дефицита влажности в корнеобитаемом слое почв Ишимской степи ничтожна, однако ее генетико-мелиоративная роль как процесса, создающего и поддерживающего условия анаэробиозиса в почвах, весьма значима.

На основе краткого обзора особенностей зимнего передвижения влаги в южных районах Сибири возможно выделить основные факторы термоградиентного движения влаги в холодный промежуток года.

Важнейшим фактором термоградиентного передвижения влаги является глубина проникновения 0° в почвенно-грунтовые толщи. Эта глубина зависит от различных условий, и, в первую очередь, предопределяется противоречивым влиянием средних температур воздуха и мощностью снежного покрова. В южных районах Сибири глубина проникновения 0° может быть разной (до 250 см), однако она всегда охватывает характеризующуюся повышенным влагосодержанием подпочвенную толщу под слоем летнего суммарного иссушения по доминирующим в регионе посевам яровых зерновых. Глубиной проникновения 0° предопределяется вертикальная мощность зоны намерзания влаги.

Другим важным фактором является гранулометрический состав почвенно-грунтовых толщ, которым обусловлены формы, доминирующей в почвах и породах влаги. При тяжелосуглинистом высокоилистом гранулометрическом составе в почвах преобладает пленочная, стыковая и сорбционно-замкнутая влага. Поэтому для таких почв характерно минимальное содержание капиллярной и свободной гравитационной воды. Следовательно, объем сезонной миграции влаги при прочих равных условиях в таких почвах будет небольшим. Наоборот, в супесчаных почвах содержание прочно- и рыхлосвязанной влаги невелико. Зато при близком расположении грунтовых вод удельный вес капиллярно-подпертой воды будет большим. При названных условиях размер криогенной аккумуляции может быть весьма значимым при проникновении 0° в горизонт капиллярного насыщения над грунтовыми водами.

Следовательно, еще одним важным фактором термоградиентного передвижения влаги является глубина залегания грунтовых вод и исходная влажность почвенно-грунтовой толщи. Чем ближе грунтовые воды и чем выше исходная влажность почвенно-грунтовых толщ, тем больше величина термоградиентной миграции влаги.

Следующий момент связан с необходимостью понимать, в какой форме и под воздействием каких сил происходит передвижение влаги из незамерзающей толщи пород в сторону сезонно промерзающего слоя почв. Как известно, существует два варианта промерзания почв: с миграцией и без миграции влаги. Замерзание почвы без выраженной миграции влаги встречается либо в случае с их очень низкой исходной влажностью или в результате весьма быстрого продвижения фронта промерзания вглубь почвы [11]. Обычно замерзание происходит достаточно медленно, что предопределяет возможность миграции воды в охлаждающийся и промерзающий слой. Позднее замерзшая часть почвы выступает причиной для передвижения влаги под воздействием температурного градиента. Температурный градиент связан с градиентом термодинамического потенциала воды и градиентом давления водяного пара. Эти движущие силы и вызывают движение жидкости и водяного пара в направлении от более высокого потенциала влаги к более низкому, т.е. в направлении от слоев с более высокой температурой к слоям с более низкой. В результате влага мигрирует из незамерзшей части почвы в сезонно замерзающую ее часть. Незамерзающая часть профиля является, таким образом, определенным резервуаром влаги для сезонно промерзающего слоя.

По-видимому, впервые вопрос о зимнем перераспределении влаги в почвенном профиле поднял Г.Б. Близнин. В результате наблюдений, проведенных на Елисаветградской метеорологической станции, он пришел к выводу, что движение влаги из глубоких непромерзающих слоев в верхние промерзающие осуществляется в виде пара. Исследования [12, 13] подтвердили эту точку зрения. Однако М.И. Сумгин [14] пришел к заключению, что влага продвигается к фронту промерзания в основном в жидком виде, хотя нельзя сбрасывать со счетов и миграцию ее в виде пара. Н.А. Качинский [15] также не придавал первостепенного значения пародиффузионному механизму передвижения влаги. S. Taber [16] выдвинул концепцию пленочной миграции, по которой на место вымерзающей на кристаллах льда влаги

поступают новые ее порции вследствие прочных межмолекулярных связей в воде. А.П. Федосеева [17] показала несостоятельность положения о диффузии пара как основного механизма зимней миграции влаги.

При изучении водного режима почв в Ленинградской области получены данные, свидетельствующие о миграции влаги преимущественно под действием термокапиллярных сил [18]. Положение о передвижении почвенной влаги к фронту промерзания в жидком виде было подтверждено в работах [19, 20]. В итоге установлены три составляющих в потоке почвенной влаги к фронту промерзания: 1) пародиффузионный поток; 2) термокапиллярный поток и 3) поток, обусловленный резким уменьшением потенциала влаги при замерзании [21]. Пародиффузионный поток передвижения влаги к фронту промерзания преобладает при низких влажностях почвы, а два других – при высоких [22].

С учетом представленных обобщений попробуем разобраться с механизмом зимней миграции влаги в почвах Ишимской степи по материалам наших наблюдений. Зимнее термоградиентное передвижение влаги из ниже лежащих слоев грунта и ее аккумуляция в сезонно промерзающем слое уверенно определяются полевыми методами наблюдений только при достаточно высокой исходной влажности почв и подпочвенных пород. В почвенно-грунтовых толщах Ишимской степи эти процессы проявляются при влажности, близкой уровню НВ или превышающей ее. В горизонтах интенсивного (с влажностью в промежутке ВЗ – 80% НВ) и полного (ниже уровня ВЗ) летнего эваподесуктивного иссушения, сохраняющихся в почвах в течение холодного сезона, зимнее перераспределение влаги полевыми методами не фиксируется. На основании этого полагаем, что пародиффузионный механизм передвижения влаги в тяжелосуглинистых высоко илистых почвенно-грунтовых толщах Ишимской степи не является ведущим. Если бы ему принадлежала сколько-нибудь значимая роль, в горизонтах сильного и полного летнего иссушения отмечалась бы различимая с помощью полевых методов наблюдения прибавка влаги в течение зимнего сезона. Следовательно, в исследуемых почвах заметная роль принадлежит термоградиентному передвижению пленочной и капиллярной воды. Движение воды в какой форме преобладает?

Для почв тяжелосуглинистого высокоилистого гранулометрического состава характерно преобладание микропор (диаметром менее 3 мкм) в структуре пористости. На их долю приходится 45-60% порового пространства в пахотном слое (20-35% объема почвы) и 60-70% порового пространства в горизонте С (28-38% объема почвы). Поэтому доля капиллярной влаги, особенно в глубоких горизонтах исследуемых почв, чрезвычайно скромна при влажности как ниже НВ, так и выше ее.

Пористость аэрации при НВ наиболее высока в слое 0-50 см, где изменяется от 15 до 25% объема. С глубиной пористость аэрации при НВ уменьшается до 12-20% объема в слое 50-100 см и 9-18% в слое 100-150 см. Низкие величины пористости аэрации подгумусовой части профиля и всей подстилающей толщи свидетельствуют о малой разнице между величинами НВ и капиллярной влагоемкости (КВ) и даже полной влагоемкости (ПВ). В подпахотных частях почвенного профиля и в подпочвенной толще водоотдача при ПВ составляет только 4-6% объема почв. Следовательно, в диапазоне влажности 30-36% объема отмечаются величины КВ и ПВ. КВ в подгумусовой части профиля и в подпочвенной толще составляет 32-33% объема. Небольшое различие в значениях НВ и ПВ является региональной генетической особенностью почв Ишимской степи.

При таких характеристиках пористости становится очевидным, что термоградиентное передвижение и капиллярной, и пленочной влаги будет весьма незначительным. Еще раз обращаемся к результатам полевых наблюдений. Если грунтовые воды осенью залегают глубоко (на глубине более 4 м), их капиллярная кайма не охватывается процессом промерзания и объем криогенной аккумуляции влаги составляет 15-30 мм. Полагаем, в такой ситуации доминирует передвижение пленочной влаги. Если осенью грунтовые воды отмечаются выше критической глубины (менее 4 м), часть капиллярной каймы охватывается процессом промерзания, содержание влаги в сезонно промерзающем слое увеличивается на 25-50 мм. Предполагаем, что при такой ситуации проявляется передвижение капиллярной влаги, за счет которого объем воды в слое намерзания возрастает, по меньшей мере, на 10-20 мм. Следовательно, в почвах Ишимской степи преобладающий ток влаги в сторону сезонно промерзающего слоя зависит от осенней влажности расположенных под слоем летнего иссушения толщ и, следовательно, от глубины залегания грунтовых вод. Если грунтовые воды отмечаются ниже критической глубины и их капиллярная кайма не охватывается сезонным промерзанием, движение влаги под воздействием

температурного градиента осуществляется преимущественно в пленочном виде. Если грунтовые воды фиксируются выше критической глубины и их капиллярная кайма охватывается сезонным промерзанием, к пленочному передвижению добавляется и капиллярный ток: чем выше уровень грунтовых вод, тем больше удельный вес капиллярного передвижения влаги. Предполагаем, что максимальное участие капиллярного передвижения влаги приходится на случай, когда уровень грунтовых вод во второй декаде октября наблюдается на глубине 2,1 м. Прибавка влаги в слое намерзания за счет капиллярного тока составляет, вероятно, 40% суммарной.

К настоящему времени накоплен значительный опыт моделирования передвижения почвенно-грунтовой влаги под влиянием температурных градиентов. Еще в конце XX столетия составлен обзор методов математического анализа для характеристики передвижения тепла и влаги в ненасыщенных почвах [23]. Создана простая модель, описывающая тепло- и влагоперенос в почве под влиянием современных колебаний климата на основе использования минимума переменных и данных о погоде [24]. Адаптирована компьютерная программа для установления профиля влажности почв, водопроницаемости и влагоемкости в результате инфильтрации влаги в промерзающую и непромерзающую почву [25].

Одним из основных современных трендов исследований является изучение процессов тепло- и массопереноса в сезоннопромерзающих почвах. Разработана физическая модель гидротермического режима сезонно замерзающих почв. Модель описывает процесс тепло- и влагопереноса через однородную ненасыщенную замерзающую почву и позволяет вычислить влияние фазовых переходов воды. В модели задействованы водные свойства почвы, фазовые переходы воды в замерзающей почве, которые, в свою очередь, предопределены базовыми почвенными характеристиками. Модель создана для предсказания стока в пределах территории России с сезонно промерзающими почвами [26]. Моделирование передвижения тепла и влаги и деформации промерзающих почв осуществлено в целях решения ряда инженерных проблем в холодных регионах. В модели, основанной на уравнении Клайперона, описана миграция влаги в промерзающей зоне под влиянием температурного градиента [27]. Показано, что движение тепла и почвенной влаги особенно сложны в период промерзания и оттаивания почв в пределах высокогорных холодных регионов. Создана модель регионального влияния почвенных свойств и процессов сезонного промерзания-оттаивания почв в пределах Тибетского нагорья для выявления пространственного распределения влажности и температуры почв в течение холодного и теплого сезонов года [28]. Представлена числовая модель передвижения тепла и влаги в частично промерзающих почвах. Эта модель включает передвижение влаги, аккумуляцию снега и его таяние, промерзание и оттаивание почв. Модель создана для предсказания температурного поля почв и поля влажности почв на большой территории в системе «почва-атмосфера» [29].

Таким образом, к настоящему времени подобраны данные по параметрам неизотермического внутрипочвенного влагообмена при промерзании почв, установлены основы возможных механизмов движения почвенной влаги под действием градиентов температуры, описаны методы и представлены результаты математического и физического моделирования, позволяющие определить условия преобладания тех или иных механизмов. Наработан обширный экспериментальный материал, на основе которого выявлена связь неизометрического внутрипочвенного влагообмена со свойствами почвы и внешними условиями. Выделены закономерности термоградиентного внутрипочвенного влагообмена в почвах.

Суммируя вышесказанное, можно сделать вывод, что по вопросу передвижения влаги под влиянием температурного градиента накоплен обширный фактический материал, созданы продуктивные обобщения и построены многие математические модели. Вместе с тем, дальнейшее изучение термоградиентной миграции влаги в пахотных почвах Сибири остается важной для настоящего времени задачей. Необходимость продолжения изыскательских работ обусловлена фрагментарностью предыдущих исследований (основное внимание уделялось изучению зимнего перераспределения почвенной влаги), скромным охватом районов проводимых полевых наблюдений за криогенной аккумуляцией влаги, современными изменениями окружающей среды, наблюдаемыми в течение последних десятилетий. Среди этих изменений для южных районов Сибири можно назвать: подъем грунтовых вод до критических глубин, во многом антропогенной природы [30]; повышение средней температуры воздуха зимних месяцев; снижение содержания илистой фракции в пахотном слое многих почв; дифференциацию почв в зависимости от их хозяйственного использования (лесополосы, пашня,

залежи, пастбища; в пределах пашни – специализация на выращивании зерновых, кормовых или технических культур) [31].

Направления дальнейших работ возможно конкретизировать через формулировку следующих задач:

– установление современных особенностей сезонной миграции влаги в пахотных почвах юга Сибири, в том числе, и в теплый сезон года; их сравнение с результатми исследований второй половины XX столетия;

– агропроизводственная оценка результатов термоградиентного передвижения влаги;

– прогноз величин и пространственного расположения зоны почвенной миграции влаги;

– создание моделей процесса термоградиентного передвижения влаги в сложных многокомпонентных системах.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 26-24-00104.

Список литературы

1. Dopper Veronica, Alby Duarte Rocha, Katja Berger, Tobias Granzig, Jochem Verrelst, Brigit Kleinschmit, Michael Forster. Estimating soil moisture content under grassland with hyperspectral data using radiative transfer modelling and machine learning // International Journal of Applied Observation and Geoinformation. 2022. No 110. P. 102817. DOI: 10.1016/j.jag.2022.102817.

2. Гиличинский Д.А. Сезонная криолитозона Западной Сибири. М.: Наука, 1986. 144 с.

3. Орловский Н.В. Исследование по генезису, солевому режиму и мелиорации солонцов и других засоленных почв Барабинской низменности // Труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. 1955. Т. 47. С. 226-409.

4. Сребрянская Г.А. Явления сезонного промерзания и оттаивания почв Центральной Барабы // Труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. 1954. Т. 42. Ч. 2. С. 172-232.

5. Невечеря В.Л. Сезонное промерзание почв и проблема мелиорации Барабы // Вопросы мелиорации Барабинской низменности. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1970. С. 89-93.

6. Панфилов В.П. Физические свойства и водный режим почв Кулундинской степи. Новосибирск: Наука, 1973. 258 с.

7. Мосиенко В.С. Промерзание и оттаивание почвы в условиях Кулундинской степи // Почвоведение. 1957. № 1. С. 45-51.

8. Сеньков А.А. Водный режим гидроморфных и полугидроморфных почв Кулунды при промерзании // О почвах Сибири/к XI Межд. конгр. почвоведов/. Новосибирск: Наука, 1978. С. 187-191.

9. Киссис Т.Я. Водный режим пахотных мерзлотных лесостепных почв. М.: Наука, 1969. 134 с.

10. Куликов А.И., Панфилов В.П., Дугаров В.И. Физические свойства и режимы лугово-черноземных мерзлотных почв Бурятии. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. 136 с.

11. Zhu W., Zhang C.L., Abraham C.F. Chiu Soil-Water Transfer Mechanism for Solidified Dredged Materials // Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. 2007. Vol. 133. Iss. 5. P. 588-598. DOI: 10.1061/(ASCE)1090-0241(2007)133:5(588).

12. Лебедев А.Ф. Почвенные и грунтовые воды. М.: Изд-во АН СССР, 1936. 316 с.

13. Самбикин М.М. Влияние изменения хода накопления влаги в почве в зависимости от почвенных температурных градиентов // Научно-агрономический журнал. 1926. № 5. С. 15-18.

14. Сумгин М.И. Вечная мерзлота почв в пределах СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1937. 379 с.

15. Качинский Н.А. Замерзание, размерзание и влажность почвы в зимний сезон в лесу и в полевых участках. М.: Изд-во МГУ, 1927. 134 с.

16. Taber S. The mechanism of frost heaving // Journal of Geology. 1930. Vol. 38. No 4.P. 12-18.

17. Федосеева А.П. О перераспределении влаги в почве зимой // Метеорология и гидрология. 1941. № 2. С. 12-20.

18. Годун Г.Г., Рожанская О.Д. Исследование зимнего режима садов на валах // Вопросы агрономической физики. М.: Сельхозгиз, 1957. С. 28-35.

19. Боженова А.П., Бакулин Ф.Г. Экспериментальные исследования механизмов передвижения влаги в промерзающих грунтах // Материалы по лабораторным исследованиям мерзлых грунтов. М., 1957. Вып. 3. С. 117-128.

20. Biermans M.B.G.M., Dijkema K.M., De Vries D.A. Water movement in porous media towards an ice front // Journal of Hydrology. 1978. Vol. 37. Iss. 1-2. P. 137-148. DOI: 10.1016/0022-1694(78)90102-6.

21. Глобус А.М., Нерпин С.В. О механизме передвижения почвенной влаги к промерзающему горизонту // Доклады АН СССР. 1960. Т. 133. С. 1422-1424.

22. Глобус А.М. Физика неизотермического внутрипочвенного влагообмена. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 279 с.

23. Thomas H.R. Nonlinear analysis of heat and moisture transfer in unsaturated soil // Journal of Engineering Mechanics. 1987. Vol. 113. Iss. 8. P. 1163-1180. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9399(1987)113:8 (1163).

24. Maha Chalhoub, Michel Bernier, Yves Coquet, Mikael Philippe. A simple heat and moisture transfer model to predict ground temperature for shallow ground heat exchangers // Renewable Energy. 2017. Vol. 103. P. 295-307. DOI: 10.1016/j.renene.2016.11.027.

25. Van der Ploeg. Simulation of Moisture Transfer in Soils One-Dimensional Infiltration // Soil Science. 1974. Vol. 118. Iss.6. P. 349-357.

26. Gelfan A. Physically-based model of yeat and water transfer in frozen soil and its parameterization by basic soil data // Predictions in Ungauged Basins (Proceedings of symposium S7 held during the seventh IAHS Scientific Assembly, Brasil, 2005). IAHS Publ. 2006. 303. P. 293-304.

27. Min He, Xiaopeng Feng, Ning Li. Modeling of Coupled Heat-Moisture Transfer and Deformational Behavior of Frozen Soil // Soil Mechanics and Foundation Engineering. 2018. Vol. 55. P. 153-161. DOI: 10.1007/s11204-018-9519-z.

28. Deng M., Meng X., Lu Z., Zhao L., Hu Z., Chen H., Shang L., Wang Sh., Li Q. Impact and Sensitivity Analysis of Soil Water and Heat Transfer Parameterizations in Community Land Surface on the Tibetan Plateau // Journal of advances in modeling Earth systems. 2021. Vol 13. Iss. 9. DOI: 10.1029/2021MS002670.

29. Xu Huining, Spitler Jeffrey D. The relative importance of moisture transfer, soil freezing and snow cover on ground temperature predictions // Renewable Energy. Elsevier, 2014. Vol. 72(C). P. 1-11.

30. Кравцов Ю.В. Подъем грунтовых вод в Ишимской степи // Сибирский экологический журнал. 2009. Т. 16. № 2. С. 217-222.

31. Кравцов Ю.В., Смоленцева Е.Н. Особенности современного генезиса плакорных почв Ишимской степи // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2022. № 111.С. 116-156. DOI: 10.19047/0136-1694-2022-111-116-156.

УДК 591.69-932
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-599-603

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ МАССОВЫХ И МНОГОЧИСЛЕННЫХ ВИДОВ ВШЕЙ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ РАЗНОТРАВНО-ДЕРНОВИННО-ЗЛАКОВОЙ СТЕПИ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ

PECULIARITIES OF THE ECOLOGY OF DOMINANT AND NUMEROUS SPECIES OF SMALL MAMMAL LICE OF THE HERB-BUNCHGRASS STEPPE OF THE SOUTH TRANS-URALS REGION

Кравченко В.Н., Стариков В.П.
Kravchenko V.N., Starikov V.P.

Сургутский государственный университет, Сургут, Россия
Surgut State University, Surgut, Russia

E-mail: kioreis@mail.ru

Аннотация. В результате исследования в разнотравно-дерновинно-злаковой степи Южного Зауралья с 2202 особей мелких млекопитающих счесано 8056 вшей 10 видов. Установлены индексы обилия, встречаемости, заражения, а также относительного обилия. Выявлены массовые, многочисленные, обычные, малочисленные и очень редкие виды. Впервые для территории рассмотрены сезонные и возрастные изменения зараженности доминантных и содоминантных видов вшей. В результате исследования в течение теплого периода года зарегистрирован один массовый вид – *Polyplax ellobii* (Sosnina, 1955) и два многочисленных – *Hoplopleura acanthopus* (Burmeister, 1839) и *Linognathoides laeviusculus* (Grube, 1851). *P. ellobii* и *L. laeviusculus* имели максимальные показатели заражения на свойственных им хозяевах. Обыкновенная слепушонка *Ellobius talpinus* Pallas, 1770 и гибриды большого *Spermophilus major* Pallas, 1779 и краснощекого сусликов *Spermophilus erythrogenys* Brandt, 1841 соответственно. *H. acanthopus* зарегистрирована на 8 видах мелких млекопитающих (обыкновенная бурозубка, полевка-экономка, красная, узкочерепная и обыкновенная полевки, степная пеструшка, полевая мышь и гибриды сусликов). Особенности паразитирования *H. acanthopus* рассмотрены для обыкновенной полевки. Пик размножения вшей приходится на летние месяцы. Возрастные изменения индексов заражения хозяев различны.

Ключевые слова: вши, грызуны, Южное Зауралье.

Abstract. As a result of the study, 8056 lice of 10 species were combed from 2202 individuals of small mammals in the herb-bunchgrass steppe of the South Trans-Urals region. Indices of abundance, occurrence, infestation, and relative abundance were established. Dominant, abundant, common, few and very rare species have been identified. For the first time, seasonal and age-related changes in the infestation of dominant and co-dominant lice species were considered for the territory. As a result of the study, one dominant species, *Polyplax ellobii* (Sosnina, 1955), and two numerous species, *Hoplopleura acanthopus* (Burmeister, 1839) and *Linognathoides laeviusculus* (Grube, 1851), were recorded during the warm period of the year. *P. ellobii* and *L. laeviusculus* had maximum infestation rates on their respective hosts: the northern mole vole *Ellobius talpinus* Pallas, 1770 and hybrids of the Russet ground squirrel *Spermophilus major* Pallas, 1779 and red-cheeked ground squirrel *Spermophilus erythrogenys* Brandt, 1841, respectively. *H. acanthopus* has been recorded on 8 species of small mammals (common shrew, root vole, northern red-backed vole, narrow-headed vole and common vole, steppe lemming, striped field mouse and ground squirrel hybrids). The peculiarities of *H. acanthopus* parasitisation are considered for the common vole. Lice breeding peaks during the summer months. Age-related changes in host infection indices are different.

Key words: lice, rodents, the South Trans-Urals region.

Введение. Южное Зауралье (Курганская область) простирается в пределах между 54-57° с.ш. и 61-69° в.д. Территория расположена на границе леса и степи. В соответствии со схемой ботанико-географического районирования Западно-Сибирской равнины здесь выделяют подтаежную подзону лесной зоны и две подзоны степной зоны – лесостепь и разнотравно-дерновинно-злаковую степь [1-3].

Территория разнотравно-дерновинно-злаковой степи находится на юге Курганской области. Плакорные территории здесь заняты степями, чередующимися с островками березовых лесов. На левом берегу Тобола березовые колки встречаются в блюдцеобразных западинах, на правом берегу по склонам оврагов. Правый берег Тобола остепнен сильнее, в растительном покрове преобладают злаковые и полынно-ковыльные степи. В заливаемой пойме Тобола и его

притоков развиты луга, ивняковые уремы и камышово-тростниковые заросли по берегам стариц и озер [4]. Значительную часть исследованной территории занимает Озернинский бор.

Среди животных Южного Зауралья (Курганская область) особый интерес представляют мелкие млекопитающие, роль которых в биоценозах и хозяйственной деятельности человека весьма существенна. Особое значение эти зверьки (мышевидные грызуны и землеройки) имеют как хозяева многих кровососущих паразитических членистоногих, являющихся переносчиками различных природно-очаговых инфекций.

Будучи постоянными паразитами и в значительной степени видоспецифичными для хозяина, вши являются уникальными организмами для изучения паразито-хозяинных отношений. Паразитические исследования на территории Курганской области проводили многие зоологи и паразитологи. Значительная часть из них была посвящена постоянным эктопаразитам [5-7 и др.]. В то же время, публикации, посвященные облигатным гематофагам до настоящего времени, были единичны [8-9].

Материалы и методы. Исследование зараженности вшами мелких млекопитающих проведено в весенне-летний период 2022 г. в подзоне разнотравно-дерновинно-злаковой степи на юге Курганской области в Звериноголовском районе вблизи села Озёрное (54°24′ с.ш. 64°38′ в.д.) и посёлка Искра (54°24′ с.ш. 64°33′ в.д.). Зверьков добывали методами ловчих канавок и ловушко-линий [10-11], кротоловками [12] и капканами. Всего учтено 2202 особи мелких млекопитающих, с которых счесано 8056 вшей 10 видов. Русские и латинские названия видов млекопитающих приведены по А.А. Лисовскому с соавторами [13]. В исследовании встречались гибриды большого и краснощекого сусликов [14]. Из двух видов-двойников обыкновенных полевок, свойственных для территории Курганской области, в районе наших исследований встречалась только *Microtus arvalis* [15].

Во время сбора вшей с мелких млекопитающих следовали рекомендациям Е.Ф. Сосниной, М.В. Тихвинской [16]. Для определения видов вшей использовали определитель Ж.К. Бокурню [17] и статью Е.Ф. Сосниной [18]. Латинские названия видов приведены по Л. Дурдену и Г.Г. Муссеру [19]. В соответствии с принятыми в фаунистических исследованиях нормами хозяева паразитов нами были разделены на главных, дополнительных и случайных [20].

Для анализа в работе использовали общепринятые в паразитологии индексы: индекс встречаемости – ИВ, %, индекс обилия – ИО, экз. и интенсивность заражения зверьков эктопаразитами – ИЗ, экз. [21]. Рассчитывали также для вшей индекс доминирования (ИД, %), на основе которого определяли индекс относительного обилия (Иоо) [22].

Результаты и обсуждение. В Южном Зауралье можно встретить не менее 27 видов мелких млекопитающих (грызуны и насекомоядные) [23]. Население этой группы животных представлено типично лесными, влаголюбивыми формами и видами открытых пространств. Нами в период учетов было исследовано 2202 особи зверьков 19 видов: обыкновенная бурозубка *Sorex araneus* Linnaeus, 1758; тундряная бурозубка *S. tundrensis* Merriam, 1900; средняя бурозубка *S. caecutiens* Laxmann, 1785; малая бурозубка *S. minutus* Linnaeus, 1766; крошечная бурозубка *S. minutissimus* Zimmermann, 1780; гибриды большого *Spermophilus major* Pallas, 1779 и краснощекого сусликов *Spermophilus erythrogenys* Brandt, 1841; лесная мышовка *Sicista betulina* Pallas, 1779; степная мышовка *S. subtilis* Pallas, 1773; красная полевка *Myodes rutilus* Pallas, 1779; обыкновенная слепушонка *Ellobius talpinus* Pallas, 1770; степная пеструшка *Lagurus lagurus* Pallas, 1773; узкочерепная полевка *Lasiopodomys gregalis* Pallas, 1779; тёмная (пашенная) полевка *Agricola agrestis* Linnaeus, 1761; полевка-экономка *Alexandromys oeconomus* Pallas, 1776; обыкновенная полевка *Microtus arvalis* Pallas, 1778; мышь-малютка *Micromys minutus* Pallas, 1771; полевая мышь *Apodemus agrarius* Pallas, 1771; малая лесная мышь *Sylvaemus uralensis* Pallas, 1811; домовая мышь *Mus musculus* Linnaeus, 1758. Из насекомоядных численно преобладали обыкновенная и тундряная бурозубки; среди грызунов доминировали обыкновенная полевка и малая лесная мышь.

Из всех осмотренных зверьков для 15 видов отмечалось паразитирование вшей 10 видов: *Enderleinellus disparilis* Blagoveshtchensky, 1965; *Hoplopleura acanthopus* (Burmeister, 1839); *H. edentula* Fahrenholz, 1916; *H. longula* (Neumann, 1909); *H. affinis* (Burmeister, 1839); *H. captiosa* Johnson, 1960; *Linognathoides laeviusculus* (Grube, 1851); *Polyplax serrata* (Burmeister, 1839); *P. ellobii* (Socnina, 1955) и *P. hannswrangeli* Eichler, 1952 *(таблица 1)*. Показатели зараженности зверьков были умеренными. Лишь у специализированного подземного грызуна – обыкновенной слепушонки были высокие (ИВ 66,67%, ИО 20,83 экз.) [24].

Для территории выявлен только один массовый вид – *P. ellobii*; многочисленными были – *L. laevisculus* и *H. acanthopus*; обычны – *P. serrata* и *H. affinis*; малочисленны – *H. affinis* и *H. edentula*. Остальные виды очень редки (*таблица 1*). В других частях ареалов они также были редкими [25-26 и др.].

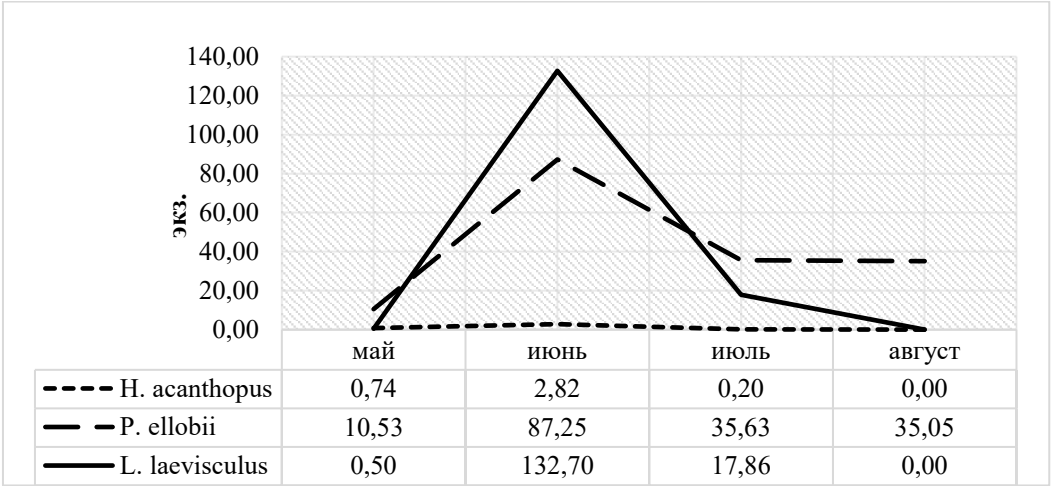
Таблица 1

Индекс доминирования (ИД, %) вшей в разнотравно-дерновинно-злаковой степи Южного Зауралья (Курганская область), 2022 г.

№	Вид вшей	Всего вшей (n)	ИД, %
1.	*P. ellobii*	2841	35,26
2.	*L. laevisculus*	1445	17,93
3.	*H. acanthopus*	1360	16,88
4.	*P. serrata*	996	12,36
5.	*H. affinis*	727	9,02
6.	*H. longula*	302	3,75
7.	*H. edentula*	261	3,24
8.	*P. hannswrangeli*	63	0,78
9.	*E. disparilis*	49	0,61
10.	*H. captiosa*	13	0,16
	Всего	8057	100,00

H. acanthopus – широкораспространенный малоспецифичный паразит. Его обилие на разных видах прокормителей варьировало от 0,004 экз. (обыкновенная бурозубка) до 9,375 экз. (степная пеструшка). Наиболее полно получен материал вшей с обыкновенной полевки [24]. Поэтому дальнейшие сведения приводили по комплексу *H. acanthopus–M. arvalis. P. ellobii* – специфический паразит рода *Ellobius,* вши регистрировались исключительно на обыкновенной слепушонке. *L. laevisculus* паразит рода *Spermophilus* [19]. Практически все вши сняты с гибридов большого и краснощекого сусликов, лишь два экземпляра паразитировали на узкочерепной полевке.

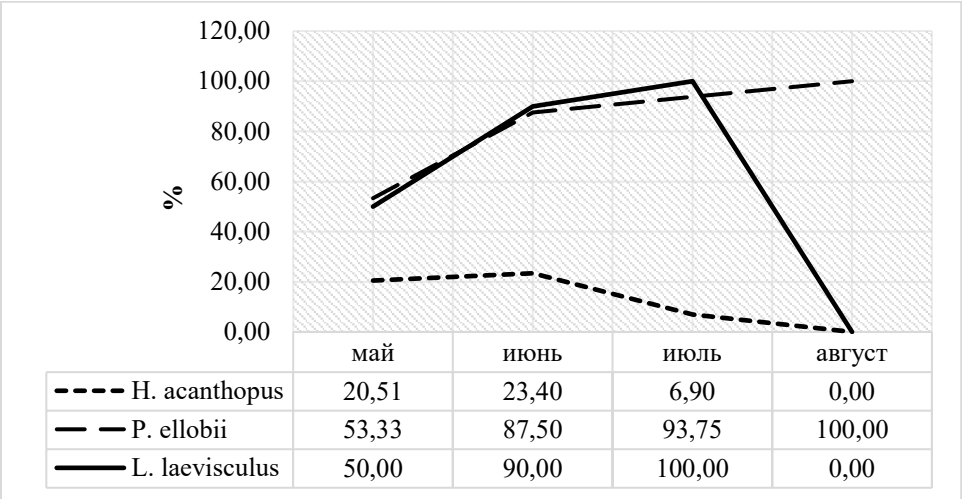
Для всех видов отмечены сходные закономерности изменения индекса обилия *(рисунок 1)*. Пик численности приходился на июнь, сменившийся спадом в июле. Обилие *H. acanthopus* снизилось в 14,1 раз, *L. laevisculus* – в 7,4 раз, *P. ellobii* – в 2,4 раза. Все жизненные фазы только *P. ellobii* отмечались с мая по август. Отсутствие в августе в сборах *L. laevisculus* ожидаемо. Главным образом, это связано с залегаем в спячку хозяев – гибридов большого и краснощекого сусликов. Ни на одной из 89 обыкновенных полевок не найдены вши и их яйца. Возможно, что данная выборка оказалось недостаточной, хотя в Польше Р. Хайтлингер [27] отмечал круглогодичную зараженность обыкновенной полевки *H. acanthopus*.



	май	июнь	июль	август
H. acanthopus	0,74	2,82	0,20	0,00
P. ellobii	10,53	87,25	35,63	35,05
L. laevisculus	0,50	132,70	17,86	0,00

Рисунок 1. Сезонные изменения индексов обилия вшей в разнотравно-дерновинно-злаковой степи Курганской области, 2022 г.

Изменения ИВ по месяцам в популяции вшей были различны *(рисунок 2)*. Встречаемость *H. acanthopus* имела наивысшее значение в июне, затем снизилась в 3,4 раза в июле. Сезонная кривая *L. laevisculus* и *P. ellobii* с мая имела уже высокие значения, около 50% популяции хозяев заражены. Затем летом встречаемость постепенно возрастала, достигнув максимума (100%) в июле и августе, соответственно.



	май	июнь	июль	август
H. acanthopus	20,51	23,40	6,90	0,00
P. ellobii	53,33	87,50	93,75	100,00
L. laevisculus	50,00	90,00	100,00	0,00

Рисунок 2. Сезонные изменения индексов встречаемости вшей в разнотравно-дерновинно-злаковой степи Курганской области, 2022 г.

Хозяева в зависимости от возраста заражены вшами по-разному *(таблица 2)*. В популяции обыкновенной полевки вши на сеголетках встречались в 4 раза реже. ИО в 4,7 раз ниже, чем у взрослых. Зараженные вшами обыкновенные слепушонки практически одинаково часто встречались. Обилие у сеголеток выше, чем у взрослых. Вся популяция гибридов сусликов заражена вшами, ИО сеголеток также в 2,1 раз выше.

Таблица 2

Зараженность вшами хозяев разных возрастных групп в разнотравно-дерновинно-злаковой степи Курганской области, 2022 г.

Вид грызуна	Возрастная группа	Осмотрено зверьков (n)	Собрано вшей (n)	Показатели заражения		
				ИЗ, экз.	ИВ, %	ИО, экз.
M. arvalis	сеголетки	295	150	7,50	6,78	0,51
	взрослые	72	173	8,65	27,78	2,40
E. talpinus	сеголетки	31	1217	46,81	83,87	39,26
	взрослые	46	14,63	37,51	84,78	31,80
гибриды *S. major* и *S. erythrogenys*	сеголетки	12	1132	94,33	100,00	94,33
	взрослые	7	311	44,43	100,00	44,43

Заключение. Приведенные материалы позволяют заключить, что характер зараженности вшами грызунов различен, но прослеживаются и общие закономерности. Массовое размножение паразитов приходится на июнь. Встречаемость вшей у обыкновенной полевки имеет сходные изменения. Популяции обыкновенных слепушонок и гибридов большого и краснощекого сусликов к концу исследования полностью заражены вшами. Процент встречаемости вшей у взрослых зверьков, по сравнению с сеголетками выше, но в некоторых случаях не отличается от наблюдаемого у сеголеток.

Список литературы

1. Ильина И.С., Лапшина Е.И., Махно В.Д., Романова Е.А. Растительность Западно-Сибирской равнины: карта. М.: ГУГК, 1976.

2. Ильина И.С., Лапшина Е.И., Лавренко Е.И., Мельцер Л.И., Романова Е.А., Богоявленский Б.А., Махно В.Д. Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: Наука, 1985. 252 с.

3. Науменко Н.И. Флора и растительность Южного Зауралья: Монография. Курган: Изд-во Курганского госуниверситета, 2008. 512 с.

4. Архипова Н.П., Горчаковский П.Л. О закономерностях распределения растительности в связи с рельефом в долине реки Тобол на южной границе лесостепи // Записки Свердловского отделения Всесоюзного ботанического общества. Свердловск: Свердловское книжное изд-во, 1962. Вып. 2. С.107-114.

5. Гибет Л.А., Никифоров А.П. Материалы по иксодовым клещам лесостепи Западной Сибири // Зоологический журнал, 1959. Т. 38. Вып. 12. С. 1806-1812.

6. Новикова А.В. К фауне гамазовых и иксодовых клещей, как эктопаразитов грызунов и землероек Курганской области // сборник рефератов, информационные материалы института экологии растений и животных. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. С. 8-10.

7. Стариков В.П., Сапегина В.Р. Эктопаразиты мелких млекопитающих лесостепного Зауралья // Известия Сибирского отделения АН СССР. Серия биол. науки. Новосибирск: Наука, 1986. Вып. 3. С. 76-83.

8. Стариков В.П., Зарубина В.Н, Вершинин Е.А. К фауне вшей (Anoplura) грызунов Южного Зауралья // Вопросы динамики популяций млекопитающих. Информационные материалы. Свердловск: УрО АН СССР, 1988. С. 58-59.

9. Стариков В.П., Вершинин Е.А. Паразитические членистоногие обыкновенной слепушонки Ellobius talpinus Pallas, 1770 Южного Зауралья (Курганская область). Паразитология. 2020. Т. 54. № 2. С. 152-162.

10. Наумов Н.П. Изучение подвижности и численности мелких млекопитающих с помощью ловчих канавок // Вопросы краевой, общей и экспериментальной паразитологии и медицинской зоологии. М.: Медгиз, 1955. Т. 9. С. 179-202.

11. Кучерук В.В. Новое в методике количественного учета вредных грызунов и землероек // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 159-184.

12. Раков Н.В. Новое орудие лова слепушонки // Зоологический журнал. 1959. Т. 38. № 5. С. 783-784.

13. Млекопитающие России: список видов и прикладные аспекты / А.А. Лисовский, Б.И. Шефтель, А.П. Савельев, О.А. Ермаков, Ю.А. Козлов, Д.Г. Смирнов, В.В. Стахеев, Д.М. Глазов // Сб. тр. Зоол. музея МГУ. М.: КМК, 2019. Т. 56. 191 с.

14. Никольский А.А., Стариков В.П. Изменчивость звукового сигнала, предупреждающего об опасности, у рыжеватого (Spermophilus major) и краснощекого (S. erytrogenys) сусликов (Rodentia, Sciuridae) в зоне контакта на территории Курганской области // Зоологический журнал, 1997. Т. 76. Вып. 7. С. 845-857.

15. Сибиряков П.А., Стариков В.П., Петухов В.А., Русаков В.А., Наконечный Н.В., Дупал Т.А., Полявина О.В., Ялковская Л.Э., Маркова Е.А. Молекулярно-генетические данные о распространении видов-двойников Microtus arvalis (форма obscurus) и Microtus rossiaemeridionalis на территории Уральского региона и Западной Сибири // Экология и эволюция: новые горизонты: материалы Междунар. симпоз., посвящ. 100-летию академика С.С. Шварца. Екатеринбург: Гуманитарный институт, 2019. С. 340-341.

16. Соснина Е.Ф., Тихвинская М.В. Зараженность вшами водяной полевки в Волжско-Камском крае // Паразитология. 1969. Т. 3. Вып. 4. С. 292-300.

17. Beaucournu J.C., Beaucournu F. Les Anoploures de Lagomorphes, Rongeurs et Insectivores dans la Région Paléarctique Occidentale et en particulier en France // Annales de Parasitologie Humaine et Comparée. Paris, 1968. Т. 43. No. 2. P. 201-271.

18. Соснина Е.Ф. Новый вид вши (Siphunculata) со слепушонки из Таджикистана // Труды Зоологического института АН СССР. 1955. Вып. 18. С. 308-313.

19. Durden L.A., Musser G.G. The mammalian hosts of the sucking lice (Anoplura) of the world: a host-parasite list // Bull. soc. vector ecol. 1994. Т. 19. № 2. P. 130-168.

20. Догель В.А. Общая паразитология. Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та, 1962. 464 с.

21. Беклемишев В.Н. Термины и понятия, необходимые при количественном изучении популяций эктопаразитов и нидиколов // Зоол. журн. 1961. Т .40. № 2. С. 149-158.

22. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 284 с.

23. Стариков В.П. Млекопитающие Курганской области: учебное издание. Курган: КГПИ, 1992. 80 с.

24. Кравченко В.Н., Стариков В.П. Паразито-хозяинные отношения вшей (Anoplura) и мелких млекопитающих разнотравно-дерновинно-злаковой степи Южного Зауралья // Экология: факты, гипотезы, модели: материалы Всерос. конф. молодых ученых, посвященной 90-летию со дня рождения профессора С.Г. Шиятова, Екатеринбург, 17-21 апреля 2023г. Екатеринбург: ООО Универсальная Типография «Фльфа Принт», 2023. С. 138-143. DOI: 10.5281/zenodo.10039171.

25. Никулина Н.А. К фауне вшей (Anoplura) мелких млекопитающих Чарской котловины // Паразитология. Т. 12. № 3. С. 278-279.

26. Соснина Е.Ф., Назарова И.В., Садекова Л.Х. Вши мелких млекопитающих Волжско-Камского заповедника (Anoplura) // Паразитология. 1981. Т. 15. Вып. 2. С. 157-162.

27. Haitlinger R. Parasitological investigation of small mammals of Gory Sowie (Middle Sudetes). III Anoplura (Insecta) // Bulletin entomologique de Pologne. 1976. Т. 46. Vol. 30. P. 207-239.

УДК [913.904]:911.53(477.44)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-604-610

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ

DEMOGRAPHIC POTENTIAL LUHANSK PEOPLE'S REPUBLIC AS A COMPONENT OF THE QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION

Краснокутская Н.С.
Krasnokutskaya N.S.

Луганский государственный педагогический университет, Луганск, Россия
Lugansk State Pedagogical University, Lugansk, Russia

E-mail: nadya_gaev@mail.ru

Аннотация. В статье обозначена актуальность научного исследования особенностей демографического развития на всех территориально-иерархических уровнях России в рамках государственной политики формирования высокого качества жизни населения. Раскрыто значение изучения демографических процессов для новых субъектов Российской Федерации. Отмечено, что демографическая детерминанта является ключевым индикатором оценки социально-экономического развития территориальных образований. Интерес научного исследования демографического потенциала Луганской Народной Республики подкреплен также тем, что регион относится к плотно заселенным и крупным по численности жителей.

Исследованием охвачен временной период с 1990 по 2021 гг. (по состоянию на 01.01.2022 г.). Выявлены удельный вес демографического потенциала и рейтинговая позиция Республики среди 89 субъектов страны. Раскрыты основные трансформации в динамике численности населения Луганской Народной Республики, в том числе в разрезе городских и сельских населенных пунктов. Проведена комплексная общественно-географическая характеристика демографического потенциала изучаемого региона. По итогам исследования выявлены основные динамические и структурные трансформации демографических процессов в Луганской Народной Республике, которые важно учитывать в современных условиях интеграции в национальное пространство. Отмечено, что наличие специфических особенностей трансформации демографического потенциала определяет необходимость проработки адресных мер демографической политики Луганской Народной Республики в рамках общей программы территориального развития региона.

Ключевые слова: народонаселение, регион, демографический потенциал, качество жизни населения, трансформация, динамика, структура, Луганская Народная Республика.

Abstract. The article highlights the relevance of scientific research on the features of demographic development at all territorial and hierarchical levels of Russia within the framework of the state policy of creating a high quality of life for the population. The importance of studying demographic processes for new subjects of the Russian Federation is revealed. It is noted that the demographic determinant is a key indicator for assessing the socio-economic development of territorial entities. The interest of scientific research on the demographic potential of the Luhansk People's Republic is also supported by the fact that the region belongs to densely populated and large in number of inhabitants.

The study covers the time period from 1990 to 2021 (as of 01.01.2022). The specific weight of the demographic potential and the rating position of the Republic among 89 subjects of the country are revealed. The main transformations in the dynamics of the population of the Luhansk People's Republic, including in the context of urban and rural settlements, are revealed. A comprehensive socio-geographical characteristic of the demographic potential of the studied region has been carried out. According to the results of the study, the main dynamic and structural transformations of demographic processes in the Luhansk People's Republic have been identified, which are important to take into account in modern conditions of integration into the national space. The presence of specific features of the transformation of demographic potential determines the need to work out targeted measures of demographic policy of the Luhansk People's Republic within the framework of the general program of territorial development of the region.

Key words: population, region, demographic potential, quality of life of the population, transformation, dynamics, structure, Luhansk People's Republic.

Введение. Народонаселение – важная составляющая сбалансированного развития территории, которая тесно коррелирует с ним через социально-экономическую составляющую. Население, его количество и качество, структура и развитие являются основой могущества государства. Трансформация демографических качеств неизбежно влечет к трансформациям в

экономических отношениях. Существует тесная взаимозависимость в том, что резкое изменение хода демографических компонентов приводит к нарушению существующих пропорций между производящей и потребляющей когортами населения. Ввиду этого демографическая сфера всегда является объектом пристального внимания управленцев, политиков и общественности. Учет демографической ситуации и прогноз будущих изменений численности населения, возрастной структуры и других, сопряженных с ними показателей необходимы при разработке региональной (экономической, демографической, социальной и т.д.) стратегии сбалансированного устойчивого развития.

Важность сохранения и наращивания демографического потенциала в Российской Федерации (далее РФ, Россия) определена на общегосударственном уровне и подтверждается соответствующими программными, нормативно-правовыми и законодательными документами. Важно отметить, что для РФ, как для страны со значительными пространственными масштабами, демографическое развитие имеет существенную региональную дифференциацию. Эффективное регулирование процессами демографического развития в России требует конкретно географического подхода. Каждый регион России обладает своими специфическими общественно-географическими характеристиками, которые в той или иной мере предопределяют особенности изменения демографических процессов. В этом контексте, следует выделить новые субъекты РФ, которые имеют крайне специфическую демографическую ситуацию. Одним из таких субъектов является Луганская Народная Республика (далее – ЛНР, Республика). Исторически ЛНР ввиду особенностей географического положения, промышленной специализации сложился как многонаселенный регион. Вопросы демографического развития, определяющие человеческий потенциал Республики на современном этапе всеобщих преобразований, являются кране важными.

Многогранность и многоаспектность особенностей демографической среды предопределяет высокую заинтересованность различных ученых к этой тематике. Свою лепту в изучение геодемографической ситуации вносят географы. Теоретические основы исследования населения в отечественной географии были заложены в трудах ученых: П.П. Семенов-Тян-Шанского, А.И. Воейкова, В.П. Семенов-Тян-Шанского, Э.Б. Алаева, Н.Н. Баранского, В.В. Воробьева, Р.М. Кабо, С.А. Ковалева, Н.Я. Ковальской, Г.М. Лаппо, Н.И. Ляликова, В.В. Покшишевского, Ю.Г. Саушкина, Б.С. Хорева, А.Я. Ягельского и других.

Современные исследования проблем воспроизводства и демографического развития в отечественной общественной географии осуществлялись учеными: Н.Т. Агафоновым, Д.И. Валентаем, В.Г. Доброхлеб, А.В. Короленко, М.М. Логвином, С.И. Пирожковым, Е.Ю. Сегидой, В.И. Стешенко, Г.М. Федоровым, А.У. Хомрой, В.В. Яворской и другими.

Учитывая значительную изученность демографической среды как одного из важных компонентов территориальной жизни общества, ее проблемный характер, крайне востребованными остаются географические научные исследования демографических процессов на уровне отдельных регионов, а анализ их территориальной дифференциации неотъемлемой составляющей программных документов, обеспечивающих высокий уровень и качество жизни населения.

Все вышеуказанное определяет актуальность и цель нашей статьи. **Целью научного исследования** является комплексный общественно-географический анализ динамики и структуры демографического потенциала ЛНР, как важной составляющей формирования высокого качества жизни населения. Исследованием охвачен период с 1990 по 2022 гг., который основан на официальных статистических данных Территориального органа Федеральной службы государственной статистики (далее – Луганскстат).

Основная часть. Демографический потенциал региона определяется численностью населения и характером его воспроизводства, которые имеют ряд индивидуальных особенностей. Анализ особенностей трансформации человеческого потенциала ЛНР, свидетельствует о том, что на протяжении 1990-2022 гг. для всех ее городских округов и муниципальных районов характерно естественное сокращение численности населения *(рисунок 1)*. Депопуляция населения региона является результатом и отображением его социально-экономического развития, с одной стороны; влиятельным фактором общественного развития – с другой стороны.

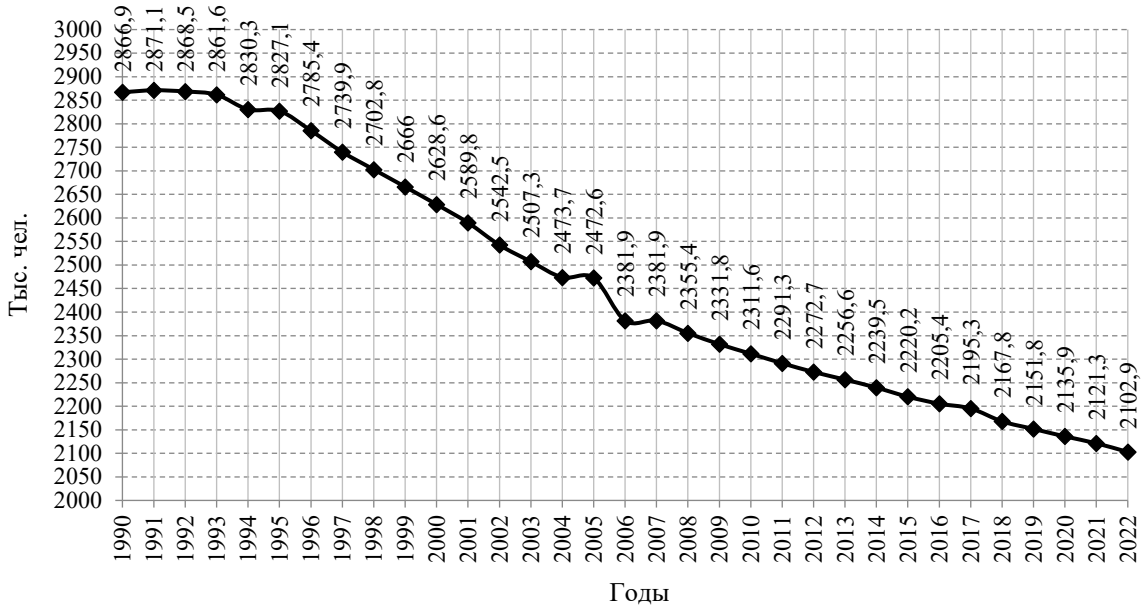


Рисунок 1. Динамика численности населения ЛНР по состоянию на 1990-2022 гг. (составлено по данным Луганскстата [1-7]).

Примечание: расчеты численности населения базируются на данных Всеукраинской переписи населения 2001 г. с учетом естественного и миграционного движения населения (по данным Минюста ЛНР и МВД ЛНР).

ЛНР является плотно заселенным регионом, одним из крупнейших по населенности. В соответствии с официальными данными Луганскстата, за период существования как обособленной административной единицы (в современных границах с 3 июня 1938 г.) максимальное число жителей в ЛНР было зафиксировано в 1991 г., которое составило 2871,1 тыс. чел. В последующие годы число жителей ЛНР сокращается, что обусловлено совокупностью разносторонних факторов. К 2022 г. численность жителей Республики оценивается в 2102,9 тыс. чел., из которых 87,1% городское население. В составе РФ по состоянию на 01.01.2022 г. на долю ЛНР приходится 1,45% населения от общей численности жителей страны. Среди 89 субъектов РФ по численности населения ЛНР занимает 24 место (что свидетельствует о значительной концентрации человеческого потенциала).

Учитывая значительную концентрацию демографических ресурсов, отрицательной является тенденция стремительной убыли населения. В период 1990-2022 гг. численность наличного населения ЛНР сократилась на 26,8% или 768,2 тыс. чел. Темпы убыли с 1990 по расчетный 2022 гг. числа жителей в городах и селах составили (-27,5%) и (-29,1%). Среднегодовые темпы сокращения численности городских и сельских жителей в ЛНР для анализируемого периода приблизительно равны и составляют около (-1,0%) населения ежегодно. Вследствие сокращения численности городского и сельского населения за указанный период произошло уменьшение средней людности всех поселений Республики. Темпы сокращения средней людности для основных типов поселений были не одинаковыми. Наибольшее сокращение этого показателя с 1990 по 2022 гг. было характерным для сельских поселений составив (-28,9%), при этом для городов темпы убыли для анализируемого периода достигли (-23,3%), а для поселков городского типа – (-24,4%). Соответственно в ЛНР сформировались определенные территориальные различия в процессах демографического развития.

Демографический кризис в муниципальных образованиях, обусловлен спецификой динамики основных демографических процессов – рождаемости и смертности. Согласно официальным данным статистики за период с 1990 по 2021 гг. показатель уровня рождаемости в Республике сократился более чем в 3,0 раза – с 11,6% до 3,8% *(рисунок 2)*. При этом наблюдалось сохранение достаточно высоких показателей смертности населения – за период 1990-2010 гг. показатели выросли в регионе в среднем более чем на 5,0% и ныне значения остаются высокими.

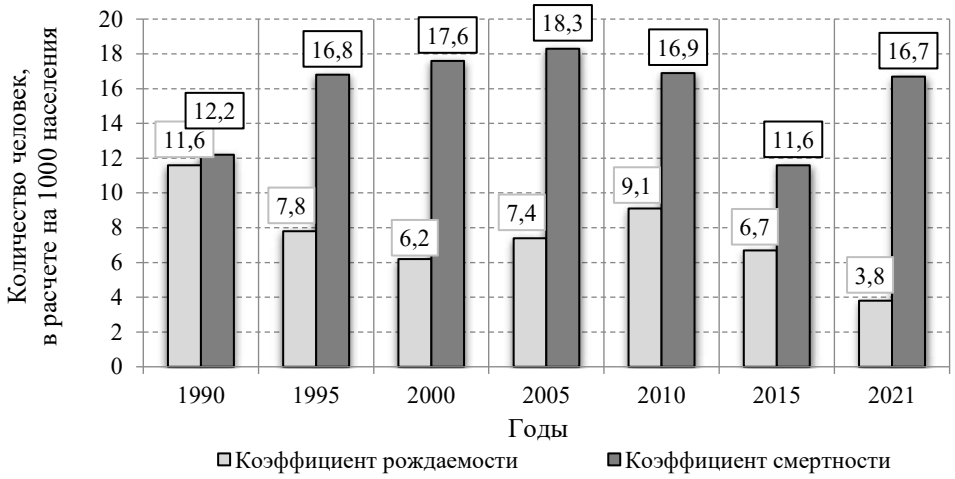


Рисунок 2. Динамика уровней рождаемости и смертности населения ЛНР по состоянию на 1990-2021 гг. (составлено по данным Луганскстата [1-7]) .

Для всех регионов прослеживаются негативные тренды в трансформации рождаемости и нестабильность в темпах роста смертности. Сохранение высоких показателей смертности является признаком неудовлетворительного уровня и качества жизни населения, в том числе низкого качества здоровья населения.

Одним из комплексных показателей здоровья нации и характеристики качества развития и доступности медицины является уровень младенческой смертности. Анализ значений этого показателя для ЛНР в динамике за период 1990-2021 гг., свидетельствует о его неудовлетворительном тренде роста *(рисунок 3)*. В контексте формирования высокого качества жизни населения Республики, снижение уровня смертности детей должно стать одним из главных приоритетных направлений.

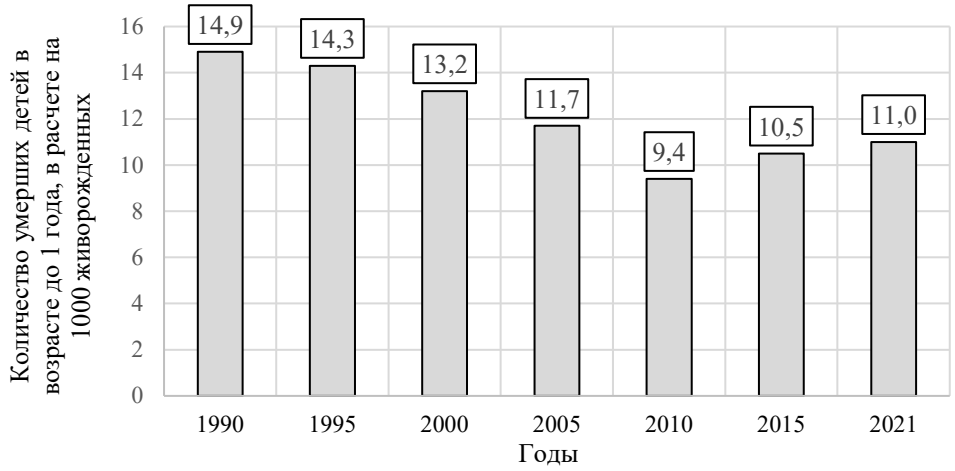


Рисунок 3. Динамика младенческой смертности в ЛНР по состоянию на 1990-2021 гг. (составлено по данным Луганскстата [1-7]).

Важной характеристикой населения в контексте воспроизводства населения является анализ брачно-семейной ситуации региона. Положительные тенденции в заключении и сохранении брачных союзов являются благоприятным для рождения детей и, в определенной степени, характеризуют относительное благополучие качества жизни населения. Касательно ЛНР, то для ее населения характерно снижение коэффициентов брачности и разводимости *(рисунок 4)*.

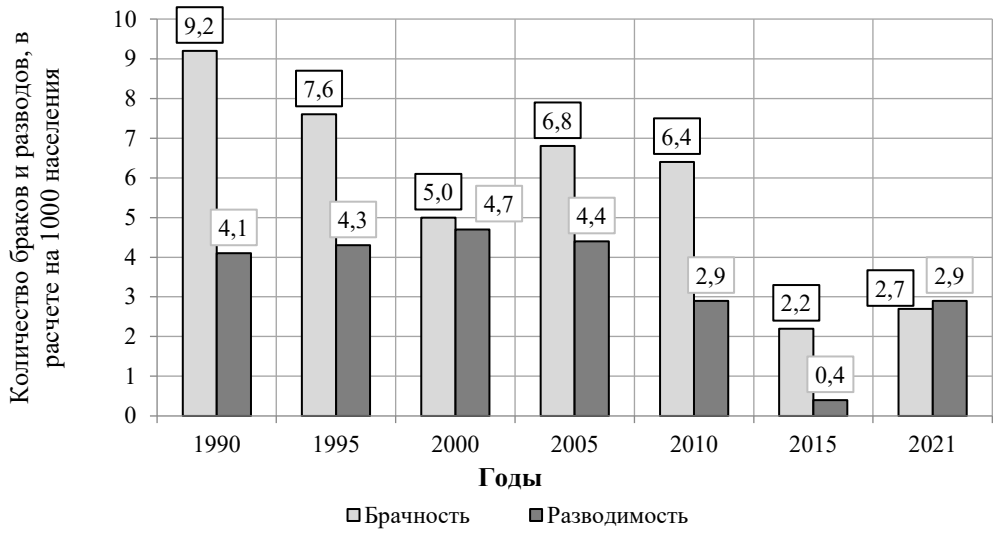


Рисунок 4. Динамика уровня брачности и разводимости населения ЛНР по состоянию на 1990-2021 гг. (составлено по данным Луганскстата [1-7]).

Такой тренд изменений свидетельствует о снижении социальной значимости статуса семьи в обществе, которые наделены важными функциями атрибутов воспитания детей – всесторонне развитой личности, с активной гражданской позицией и высокой социальной ответственностью.

Демографический кризис в ЛНР сопровождается негативными изменениями качественных структурных характеристик населения, что прямолинейно отобразилось на качестве человеческого потенциала. Так, результатом длительного сохранения негативных тенденций демографических процессов в ЛНР (как ее южных, так и северных регионах) стали изменения не только в численности населения, но и в возрастной его структуре, что наглядно подтверждается при сравнении графических моделей половозрастной структуры для 1990 и 2021 гг. (*рисунок 5*).

Изменения в общей численности населения провоцируют изменения в разных возрастных группах мужского и женского населения. В условиях затяжной депопуляции, происходят значительные деформации половозрастной структуры населения. При этом системно сокращается репродуктивный контингент. В нашем исследовании рассмотрим динамику численности женщин в возрасте наиболее значительного вклада в рождаемость – 18-44 лет. Анализ данных половозрастных пирамид населения ЛНР показал, что на протяжении 1990-2021 гг. численность этой возрастной группы женщин системно сокращается. Так, если в 1990 г. численность женского населения в возрасте 18-44 лет составляла 1050,3 тыс. чел., то в 2000 г. число женщин этой категории сократилось на 42,0 тыс. чел. (96,0% от 1990 г.); а в 2010 г. – на 144,9 тыс. чел. (86,2% от 1990 г.); в 2021 г. – на 259,8 тыс. чел. (75,3% от 1990 г.) [1].

Соответственно, с одной стороны, численность родившихся детей в регионе зависит от количества и сбалансированности населения; а с другой – уменьшение когорты населения репродуктивного возраста обусловлено низкими значениями рождаемости населения, как результат проявления «демографических волн». Общий нисходящий тренд изменений численности населения репродуктивного возраста на фоне всеобщей депопуляции, свидетельствует о том, что доля населения репродуктивного возраста в ЛНР будет и в дальнейшем сокращаться. Это является серьезным вызовом для демографической политики региона.

Значимо то, что наряду с общим сокращением в регионе количества женщин, способных выполнять детородную функцию, меняется интенсивность рождений. Так, суммарный коэффициент рождаемости в целом для региона с 1990 до 2013 гг. сократил свое значение – с 1,7 до 1,3. При этом в кризисный период экономического развития в начале 1990-х годов, этот показатель достигал размерность в 0,9 детей (для элементарного замещения поколений необходим суммарный коэффициент рождаемости – 2,3). Анализ данных коэффициентов рождаемости по возрастным группам матерей в возрасте 15-49 лет для 2021 г. свидетельствует о еще большем снижении

уровня рождаемости в ЛНР. При этом суммарный коэффициент рождаемости не поднимается выше 0,7. Это свидетельствует о формировании еще одной «демографической ямы», которая будет отображаться на демографическом развитии ЛНР в последующие временные периоды.

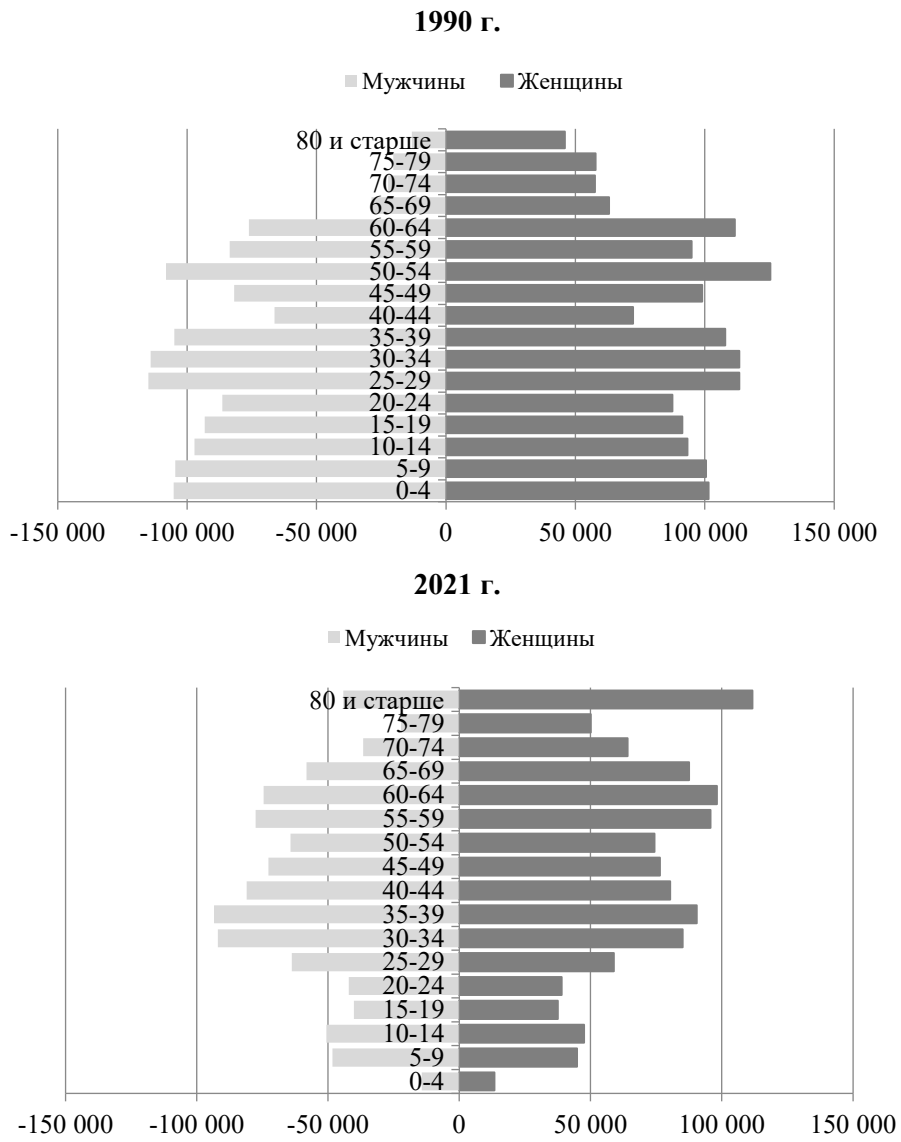


Рисунок 5. Половозрастные пирамиды населения ЛНР по состоянию на 1990 г. (*верхняя*) и 2021 г. (*нижняя*) (составлено по данным Луганскстата [1]).

Регион характеризуется структурной асимметрией населения по полу *(рисунок 6)*.

Уровень гендерной асимметрии является индикатором сбалансированности половой структуры, характеризует степень преобладания женщин над мужчинами. Значительные диспропорции отрицательны с точки зрения демографического воспроизводства и с точки зрения брачно-семейного развития. В ЛНР наблюдается структурная трансформация населения по основным возрастным группам: 1) от 0 до 15 лет – младше трудоспособного (дети); 2) 16-59 лет – трудоспособное (работающее) население; 3) 60+ лет старше трудоспособного (пожилые). Согласно данным статистики в 1990 г. удельный вес детей среди населения региона составлял 22,4%, трудоспособных – 59,6%, пожилых – 20,7%; а к 2021 г. значения удельных весов по трем возрастным группам населения составили – 12,2%, 59,5% и 28,3%, соответственно. Такая динамика изменений возрастной структуры населения является признаком процесса интенсивного демографического старения, которое сопровождается увеличением демоэкономической нагрузки на трудоспособное население.

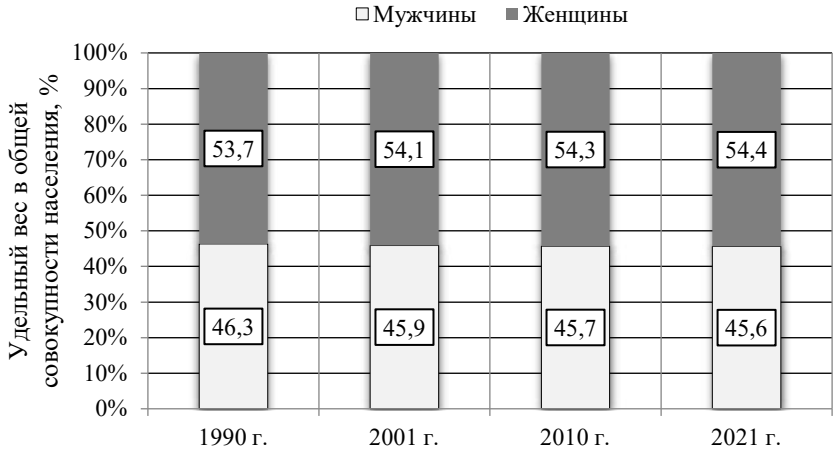


Рисунок 6. Гендерная структура населения ЛНР по состоянию на 1990-2021 гг. (составлено по данным Луганскстата [1-7]).

Заключение. Таким образом, негативная динамика демографических процессов для ЛНР, это в первую очередь отображение социально-экономических кризисов, которые определяют особенности репродуктивного, брачно-семейного поведения в контексте формирования качественных условий и уровня жизни населения. Оценивая бесспорную актуальность решения демографической составляющей как атрибута качества жизни населения, так и индикатора эффективной региональной политики, Н.М. Римашевская в своих исследованиях подчеркивала: «… что демографические изменения, если их не учитывают, как основную составляющую социально-экономической политики и стратегии развития региона (территории, страны), всегда приходятся «не ко времени» [8, с. 18]. Однако, именно демографический потенциал на современном этапе общественно-исторической формации, определяет резервы формирования социально-экономического благополучия ЛНР в национальном пространстве РФ. Сложившееся демографическое положение в Республике подтверждает особую важность охраны здоровья матери и ребенка, пропаганды семейного образа жизни, семейных ценностей, повышения престижа семьи и родительского труда. Реализация мер по упреждению естественной и механической убыли демографического потенциала в ЛНР имеет стратегическое значение на фоне современных преобразований.

Список литературы

1. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики в Луганской Народной Республике [Электронный ресурс]. URL: https://81.rosstat.gov.ru/about (дата обращения: 10.01.2024).

2. Луганская Народная Республика в цифрах 2015: Статистический сборник / Государственный комет статистики ЛНР [Под ред. И.В. Шаблиенко; ответств. за вып. И.А. Олейникова]. Луганск: Госкомстат ЛНР, 2016. 138 с.

3. Луганская Народная Республика в цифрах 2016: Статистический сборник / Государственный комет статистики ЛНР [Под ред. И.В. Шаблиенко; ответств. за вып. И.А. Олейникова]. Луганск: Госкомстат ЛНР, 2017. 177 с.

4. Луганская Народная Республика в цифрах 2017: Статистический сборник / Государственный комет статистики ЛНР [Под ред. И.В. Шаблиенко; ответств. за вып. И.А. Олейникова]. Луганск: Госкомстат ЛНР, 2018. 255 с.

5. Луганская Народная Республика в цифрах 2018: Статистический сборник / Государственный комет статистики ЛНР [Под ред. И.В. Шаблиенко; ответств. за вып. И.А. Олейникова]. Луганск: Госкомстат ЛНР, 2019. 262 с.

6. Луганская Народная Республика в цифрах 2019: Статистический сборник / Государственный комет статистики ЛНР [Под ред. И.В. Шаблиенко; ответств. за вып. И.А. Олейникова]. Луганск: Госкомстат ЛНР, 2020. 289 с.

7. Луганская Народная Республика в цифрах 2020: Статистический сборник / Государственный комет статистики ЛНР [Под ред. И.В. Шаблиенко; ответств. за вып. И.А. Олейникова]. Луганск: Госкомстат ЛНР, 2021. 323 с.

8. Римашевская Н.М., Доброхлеб В.Г., Кислицына О.А. Демографические перемены в России как предпосылка модернизации системы образования // Народонаселение. 2009. № 1. С. 4-17.

УДК [913.904]:911.53(477.44)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-611-616

НЕМИРОВСКОЕ ГОРОДИЩЕ – ВЕЛИКИЕ ВАЛЫ

NEMIROVSKOYE FORTELOGY – VELIKIE VALY

Краснокутская Н.С.[1], Толстой А.В.[2]
Krasnokutskaya N.S.[1], Tolstoy A.V.[2]

[1]Луганский государственный педагогический университет, Луганск, Россия
[2]Национальная академия туризма Российской Федерации, Москва, Россия
[1]Lugansk State Pedagogical University, Lugansk, Russia
[2]National Academy of Tourism of the Russian Federation, Moscow, Russia

E-mail: [1]nadya_gaev@mail.ru, [2]alexey_tolstoi_1947@mail.ru

Аннотация. В статье раскрыта актуальность научного исследования феномена степных ландшафтов через призму трансформаций историко-географического пространства степей как части этногенеза народов Северной Евразии. Выделены особые объекты степных ландшафтов – городища, как хронологические индикаторы человеческой цивилизации, которые имеют ценность объектов историко-культурного наследия, предающие особый антураж естественной природе степей. Выполнено географическое описание Немировского городища. Дается краткий обзор проведенных исследований «Великих Валов» на левом берегу Южного Буга. Приведена характеристика основных групп археологического материала и хронологических артефактов. Раскрываются основные признаки присутствия в Немировском городище трипольской, скифской и славянской культур.

Ключевые слова: историко-географическое пространство степей, Немировское городище, Южный Буг, историко-культурное наследие, хронологические индикаторы.

Abstract. The article reveals the relevance of scientific research on the phenomenon of steppe landscapes through the prism of transformations of the historical and geographical space of the steppes as part of the ethnogenesis of the peoples of Northern Eurasia. Special objects of steppe landscapes – hillforts are highlighted as chronological indicators of human civilization, which have the value of objects of historical and cultural heritage, betraying a special entourage to the natural nature of the steppes. The geographical description of the Nemirovsky settlement has been completed. A brief overview of the conducted studies of the "Great Ramparts" on the left bank of the Southern Bug is given. The characteristics of the main groups of archaeological material and chronological artifacts are given. The main signs of the presence of Tripoli, Scythian and Slavic cultures in Nemirovsky settlement are revealed.

Key words: historical and geographical space of the steppes, Nemirovskoye settlement, Southern Bug, historical and cultural heritage, chronological indicators.

Введение. Познание феномена природы степей возможно лишь через призму исторического развития, изменений во времени и пространстве. Как отмечает ведущий степевед России – академик Александр Александрович Чибелев: «Степная ландшафтная зона, протянувшаяся более, чем на 8 тысяч километров с востока на запад, в течение многих веков играла важную роль в истории Евразии, России и, в конечном счете, в истории Старого Света. Этногенез значительной части народов Сверной Евразии связан с историко-географическим пространством степей…» [1, с. 5-9].

В этом контексте, особыми формами ландшафта на степных просторах являются городища. Городищами называются места бывших городов, укреплений, замков, святилищ, обозначенные окружающими или защищающими их валами и рвами. Остатки городища в виде земляных валов или каменных стен обычно возвышаются над окружающей почвой. В большинстве случаев к городищу примыкали селища (посады), нередко превосходящие его по площади. В окрестностях городищ часто прослеживаются могильники. Городища представляют собой с одной стороны особую часть естественного степного ландшафта, а с другой – они хранят в себе артефакты человеческой цивилизации определенного временного периода – объекты историко-культурного наследия.

Интерес государства к сохранению объектов культурного наследия составляет важную задачу в контексте становления и закрепления гражданской позиции населения и собственно государственности. Защита культурного наследия является одним из приоритетных направлений культурной политики всех государств мира, осуществляемая под эгидой ЮНЕСКО. В нынешних

условиях культурное наследие приобретает значение ресурса сбалансированного развития регионов, выполняя в обществе множество современных функций, в частности: политическую, экономическую, социальную и духовную.

Культурное наследие является достаточно популярной темой в научных исследованиях. Проблемам взаимодействия природы, культуры и человека посвящены труды Ю.В. Бромлея Л.Н. Гумилева, А.В. Лысенко, Б.Б. Родомана, В.М. Межуев, Э.А. Орлова, Н.Н. Чебоксаров, Я.В. Чеснов, Ю.У. Фохт-Бабушкин и др. Авторами самых современных разработок концепции геокультурного пространства, культурного и этнокультурного ландшафта, территориально-культурных комплексов являются: Т.И. Герасименко, А.Г. Дружинин, В.Н. Калуцков, А.Г. Манаков, М.В. Рагулина, В.Н. Стрелецкий, В.Д. Сухоруков, П.М. Шульгин, И.Ю. Филимонова и др. Наряду с этим, многочисленность артефактов человечества определяет мало изученность географии уникальных памятников историко-культурного наследия, что определяет **актуальность** данной статьи.

Целью статьи является изучение материалов исследований Немировского городища по данным раскопок XX века, охарактеризовать основные группы археологического материала и хронологических артефактов «Великих Валов» на левом берегу Южного Буга.

Основная часть. Уникальная и неповторимая жемчужина Винницкого края Украины – Немировское городище, или так называемые «Великие Валы». Они расположены на левом берегу Южного Буга, в 10 километрах от реки, вблизи села Сажки, в 2 километрах от Немирова на склоне плато. Это одно из самых больших городищ в Украине.

Валы возле Немирова – вечные знания и седая старина, им присущи не менее вечные понятия славы, доблести, легендарности. «Какая сила стояла за этими людьми, которые без передовых технологий создали такое уникальное земляное сооружение? Долго ли продолжалась эта попытка? И помогли ли эти «стены» своим творцам?».

Перед тем, как постоять на вершине этого многовекового вала, нужно попытаться сделать только одно: хотя бы одним глазом увидеть, каковы были условия жизни того времени, что составляло быт и судьбы людей, живших здесь испокон веков?

Более четырех тысячелетий эти оборонительные стены стоят неподвижно по периметру на 5 километров (по самой высокой точке валов). Их полная ширина составляет 32 метра; высота до сих пор составляет около 9 метров. Можно представить, какая часть валов была разрушена процессами выветривания, последовательным течением времени, говорят, что начальная высота их достигала 30 метров. Над верхушкой валов в два ряда лежали пятиметровые бревна, верх которых были острым, а внизу протекала чистая полноводная река [2, 3, 4].

Это мощное закрытое препятствие расположено на обоих берегах реки Мирка, которая разветвляется на две отдельные части: большую северную часть, расположенную на значительной высоте, которая занимает 2/3 площади поселения, а также меньшую южную часть, которая занимает остальную территорию и является пологой и заболоченной. Длина разрывов вала от 10 до 60 метров.

На самой высокой точке между бастионами (высокая северная часть валов) было поселение-городище, для его обозначения используется термин «замок, замчисько». Его длина с севера на юг составляет примерно 300 метров, ширина с запада к востоку примерно 250 метров *(рисунок 1)*. Вокруг него сооружена отдельная оборонительная система, выкопан глубокий ров. Мимо валов протекает река Мирка, несущая воду в Буг. На подъездах к населенному пункту вода пересекает вал.

В 1862 году помещик Подольского края граф Григорий Строганов унаследовал землю, на которой некогда и было построено скифское поселение. Земля находилась в его собственности лишь частично, многие участки принадлежали местным крестьянам. Понимая, что поселение является не только древним памятником истории, но и источником обогащения, Строганов переместил местное население в деревни Сажки и Озеро, где для каждого построил отдельную усадьбу. Он взял 300 саженей земли и выделил в их пределах 800 участков для нужд крестьян. В результате Строганов сохранил единоличное владение поселением. Что побудило графа Строганова к этим действиям? Это утверждение о том, что в пределах городища похоронили самого богатого человека в истории Немирова и окружающих общин – скифского царя Арианта. Это были слухи, побудивший богача завладеть городищем. Эта легенда молниеносно распространилась в крае, заставив тысячи других энтузиастов поиска сокровищ собраться в этом районе. Они начали производить раскопки. Однако золото никто не обнаружил, а другие драгоценности мало интересовали археологов.



Рисунок 1. Немировское городище, Великие Валы, восточная часть (2023 г., личный фонд А.В. Толстого).

Эти раскопки продолжались до 1908 года, когда дочь Григория Строганова – Мария Григорьевна Щербатова посетила это место и была очарована красотой валов. Понимая историческое значение старого поселения в Валах и находок разных окаменелостей, княгиня запретила дополнительные раскопки на территории старого поселения и приказала передать все окаменевшие сокровища в ее собственность. Для того чтобы не уничтожить археологический памятник и не быть причастным к ограблению сокровищ, она выкупила всю землю крестьян в районе.

Первая научная экспедиция под руководством профессора С.С. Гамченко в Немировские валы состоялась в 1909 году, а затем в 1910 году – под руководством профессора А.А. Спицина.

В результате в 1909 году на одном из трех массивов земли, где был построен «замок», С.С. Гамченко локализовал остатки трипольского городища. Здесь же он задокументировал выходы 20 участков исторического слоя и заметил, что строительство замкового городка велось планомерно: 7 домов лежали по протяженности поселения и, кроме того, дома расположены в «шахматном порядке». Как правило, их размеры были одинаковыми: 21 м в длину, 12 м в ширину и 3 м в глубину. Гамченко С. считал их подземельями «ямного стиля». Посреди этой полуземлянки находился центральный столб, поддерживавший коническую крышу, которую делали из соломы или камыша. Стены были построены из бревен, которые стояли вертикально, эти бревна затем покрывались глиной, полученной из середины вала. Иногда стены украшали переплетенной лозой и обмазывали глиной, смешанной с соломой и мякиной. На земляном полу посреди костра располагался каменный костер.

Между жильём, кроме многочисленных зерновых закромов, находилась большая куча пепла, она содержала множество обломков глиняной посуды, различных предметов быта и аксессуаров (украшения, кости, изделия из камня и т.д.). По мнению ученых, это было общее место для сбора мусора. Результаты исследований частично опубликованы в книгах С.С. Гамченко «Спостереження над даними дослідів трипільської культури 1909-1913 рр» [5, с. 31-42]; «Археологічні дослідження 1909 року на Поділлі по Трипільській культурі» [6] и «Спостереження над даними досліджень першоджерел Трипільської культури в 1909-1913 рр.» [7, с. 1-31]. Однако значительная часть информации остается в рукописи.

В 1920 году с трагической смертью Марии Щербатовой научные исследования валов прекратились. Они были восстановлены только в 1941 году под руководством А.П. Смирнова, но, к сожалению, прерваны Великой Отечественной войной.

После войны в 1946 году в Немиров из Государственного Эрмитажа прибыла южноподольская археологическая экспедиция под руководством Н.И. Артамонова. За одно лето

участники экспедиции собрали большую коллекцию экспонатов в количестве 2000 единиц, которые были впоследствии размещены в Эрмитаже, где они и по сей день занимают два зала под номерами 8 и 9. В Институте археологии НАН Украины в Киеве хранится лишь небольшая коллекция раскопок.

На выставке в Эрмитаже представлено большое количество предметов, найденных на раскопках поселения. Среди них бронзовые и костяные наконечники стрел, иглы, катушки нитей и конское снаряжение, выполненное в характерном для скифского искусства анималистическом стиле (изображение лошадей, скота, зверей, пресмыкающихся, птиц). Имеются также простые сельскохозяйственные орудия. Но особого внимания заслуживает посуда с полированной черной поверхностью и капелюрами, что соответствует обычаям чернолесской культуры. Помимо изделий местных мастеров здесь встречается и посуда производства выходцев с восточных средиземноморских островов Родос и Самос XVII-XVII вв. до н.э. Эллинистические торговцы привозили их местному населению в обмен на пшеницу и меха.

Научный сотрудник Эрмитажа Юрий Горациевич Шапиро отдельно высказался о гончарной посуде наших предков: «Производство глиняной посуды, которую лепили вручную (гончарного круга еще не было), достигло в Немировском городище наивысшего совершенства. Здесь сложился своеобразный местный художественный стиль… Миски, горшки и специфические местные изделия – особые черпаки – имеют красивую, совершенную форму, пропорциональные части, черную вылощенную поверхность, украшенную еще и желобками-капелюрами. Часто на посуду вручную или штампом наносился орнамент в виде параллельных зарубок, заполненных белой пастой, что создавало на черном фоне тонкий и легкий узор».

Выставка в Эрмитаже убедительно свидетельствует о высоком уровне развития поселения, а также высокой культуре наших далеких предков.

Итоги работы Южно-Подольской археологической экспедиции 1946-1948 годов М. И. Артамонов изложил в «Южно-подольской экспедиции» [8, с. 257-261]. Есть также полевые записи с рисунками С.С. Гамченко.

Следует добавить, что при раскопках (1946-1948 годов) М.И. Артамонов [9, с. 236-237]. обнаружил дальнейшие развалины трипольского городища, которые не заметил С.С. Гамченко. В своем заключении по вопросу о трипольском городище он пишет: «Начальный поселок с крашеной и расписной керамикой трипольского типа был на мысе (один из трех, на котором было построено «замчиско» – вставка) с внутренним укреплением и не выходил на север за пределы вала, что ограждает его» [10, с. 85-93].

Впоследствии, в 1966 году Немировские валы были исследованы отделом Скифо-славянской экспедиции Харьковского университета (руководитель А.А. Моруженко). В конце 1980-х годов экспедиция под руководством профессора Винницкого педагогического техникума П.И. Гавлюк провела последние исследования. Документы экспедиции хранятся в Винницком краеведческом музее.

Немировскую долину принято называть Скифскими Валами или Скифским Городищем. Именно через них не только историки старшего поколения, но и, к сожалению, современные ученые датируют Немировское городище VII-V вв. до н.э., а некоторые из них даже приписывают само строительство Вала скифам.

Интересное замечание по происхождению немировских валов высказала и М.Ю. Вахтина. Изучая греческую керамику, найденную на Великих Валах, она датировала основание поселения первой половиной XII в. до н.э., а точнее – 740 годом до нашей эры [11, с. 44-72]. И это только потому, что керамика, которую она нашла, принадлежит той эпохе.

Однако есть и другие версии происхождения Валов. К примеру, воинственные скифы защищали местных жителей от нападений в обмен на дань. Существует возможность того, что людям пришлось защищаться от скифов. Даже сам Н.И. Артамонов и участники «Южно-Подольской экспедиции» сделали следующую запись: «Немировское городище является одним из наибольших достопримечательностей скифских времен на Украине» [8, с. 257]. А потом добавляют: «Здесь впоследствии был и поселок скифского времени» [8, с. 257]. Но не «сначала», а «позже», то есть после предыдущих жителей, тех же трипольцев, киммерийцев.

Отсутствуют свидетельства отрицания того факта, что скифы некоторое время жили даже в стенах города и оставили там свой след, и как подтверждают раскопки, в то время поселение было не только местом ремесел или торговли, но и политическим центром объединенных скифских племен на территории современного Подолья [12, с. 67-84].

Согласно выражению Геродота следует предположить, что в немировских краях, был скифский царь Ариант. По его словам, царь хотел знать, сколько скифов было под его властью. Это не легко. Скифы ведь не умели ни писать, ни считать. Тогда король приказал всем своим подданным отдать ему по одной стреле. Собралась целая гора медных наконечников. Собрав мастеров, Ариант отдал приказ им вылить чаши. Геродот писал: «А кто не видел скифскую чашу, для тех опишу ее. Она легко вмещает 600 амфор, а толщину имеет шесть пальцев». Если учесть, что емкость одной амфоры около 40 литров – то чаша была изрядная. И потеряться она не могла. Но где ее искать? Геродот указывает, что «между Борисфеном и Гипанисом (так называли тогда реки Днепр и Южный Буг) есть место, которое называется «Эксампей». Здесь и стоит медный сосуд». «Экзампей» означает «Священные пути». Адрес не конкретный. По мнению некоторых местных исследователей, описание Геродота не оставляет сомнений в том, что она была расположена «недалеко от немировского села Райгорода. Итак, здесь, у Южного Буга, и находится чаша царя Арианта, которая за многие века «ушла» в землю» [13, с. 4-6].

Сюда следует добавить мнения других ведущих исследователей о том, следует ли все же считать Немировские валы скифскими. Например, В.Д. Атамановский отмечал важную роль, значение и положение Немеровских валов и всего Побужья, однако Е.И. Сицинский пишет, что городище было «достопримечательностью древней колонизации: найдены-то здесь в одной местности следы неолита и поздних культур – трипольской, митрополичьей. и гальштанской» [14, с. 34-57].

Такого же мнения придерживается и Г.И. Смирнова, которая в том же труде (см. выше) пишет: «Внутренняя укрепленная часть городища имеет достаточно мощный слой, в котором содержатся остатки нескольких разновозрастных поселений: трипольского, скифского, славянского (древнее русского), а также позднечернолесского периода, выделенного только в 1948 году» [12, с. 67-84].

Но как более достоверное утверждение о происхождении Немировского городища следует принять свидетельства того же С.С. Гамченко, согласно которому «Немировское поселение является памятником, принадлежащим к развитому и позднему Триполью и представляющему в Среднем Побужье западную линию развития этой культуры» (см. вышеуказанные труды).

Ввиду этого, исходя из такого суждения ученых, можно с уверенностью сказать, что возраст Немировского городища составляет более 4 тыс. лет. Поэтому предположение о том, что скифы строили и само городище, и сам вал соответствует действительности.

Проходят годы. Совершенствовались орудия труда, украшения и жилище, но люди жили на тех же местах, свято оберегая останки земли предков. Все эти сарматы, готы, гунны, авары, угри, печенеги, половцы и т.д. бродили здесь, пока не нашли себе в Западной Европе место, чтобы осесть. Того же трипольского происхождения (правда, ныне славянского) люди – уличи – начали хозяйничать на Побужье, в частности, на территории современной Немировщины.

Именно они, уличи, населяли «славянско-монгольские поселения», открытые М.И. Артамоновым при раскопках 1946-1948 годах [8, с. 256]. Позже (в конце 1980-х годов) это подтвердил П.И. Гавлюк, датировавший поселение X веком. Кроме поселка Немиров, он также обследовал 13 придорожных стоянок в этом районе. Даже после того, как татаро-монголы полностью разрушили Миров, наши предки продолжали жить на этой древней земле, пока литовское войско не вывезло все ордынское золото в 1362-1363 годов. Изгнанники, они построили новый город Немиров. На новом месте как знак новой жизни, счастья и благополучия. Следовательно, десятки этносов волнами прокатились по этой земле, и все на здесь изменилось не дважды, а трижды: быт, хозяйство, общественные отношения, язык, культура, обычаи и привычки. Но ничто не исчезает бесследно. Последствия веков передавались из поколения в поколение, ведь при всех перемещениях масс человеческих на территории Побужья население края никогда полностью не менялось.

Заключение. Таким образом, пространственно-временная парадигма является одной из обязательных в изучении степей как уникальных форм ландшафта. Естественная благодать степей Евроазиатского Севера определила интенсивную освоенность этих земель человеком в различные исторические периоды. Эстетичная природа степей многолико отражает историю природы и общества, имеющих пространственную выразительность, всецело представляет собой феномены объектов историко-культурного наследия. То, что до сих пор сохранила земля, что не смогли или не умели вместить человеческие души, – находящиеся в Немировском краю, сотни памятников прошлого, ждут того времени, чтобы передать все свои свидетельства будущим

поколениям. Немировское городище или так называемые Великие валы – тоже памятник прошлого, ведь они еще ждут настоящих исследователей, чтобы открыть им все свои тайны и истины.

Список литературы

1. Чибилев А.А. Степные ландшафты в исторической ретроспективе // Вопросы степеведения. 2009. С. 5-9.

2. Білозер В.П. Немирівське городище // Енциклопедія історії України: у 10 т. / [Ред. кол.: В.А. Смолій (голова) та ін.]; Інститут історії України НАН України. К.: Наукова думка, 2010. Т. 7. 728 с.

3. Малаков Д.В. Минуле Немирова. К.: Оранта, 1998. 111 с.

4. Малаков Д.В. По Брацлавщине. М.: Искусство, 1982. 174 с.

5. Спостереження над даними дослідів трипільської культури 1909-1913рр. Трипільська культура на Україні. К., 1926. С. 31-42.

6. Археологічні дослідження 1909 року на Поділлі по Трипільській культурі / НБ ІМК РАН Фонд № 2703.

7. Спостереження над даними досліджень першоджерел Трипільської культури в 1909-1913 рр. / НА ІА НАНУ. Фонд № 38. С. 1-31.

8. Південно-подільська експедиція / Археологічна пам'ятка УРСР. Т. І Матеріали польових досліджень інституту археології Академії наук УРСР за 1945-1946 рр. Розділ «Маршрутні експедиції». К., 1949. С. 257-261.

9. Артамонов М.І. Південно-подільська експедиція (Попереднє повідомлення) // АП УРСР. Вип. 1. 1946. С. 236-237.

10. Гамченко С.С. Грецька розписна кераміка з розкопок Немирівського городища // Археологія. 1995. № 5. С. 85-93.

11. Вахтина М.Ю., Кашуба М.Т. Немировское городище (бассейн Южного Буга) в раннем железном веке: из опыта работы со старыми коллекциями // Исторические исследования. 2017. № 8. С. 44-72.

12. Смирнов Г.І. Немирівське городище – загальна характеристика пам'ятника VIII-VI ст. до н.е. // Археологія. 1996. № 4. С. 67-84.

13. Південно-подільська експедиція // Подолия. 27.06.1996. № 70. С. 4-6.

14. Нариси з історії Поділля. Ч. І. Вінниця, 1927. С. 34-57.

УДК 911.6
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-617-621

ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ СТЕПНОЙ ЗОНЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ К ПРИРОДНЫМ И АНТРОПОГЕННЫМ ФАКТОРАМ ВОЗДЕЙСТВИЯ

ASSESSMENT OF NATURAL-ECONOMIC SYSTEMS VULNERABILITY TO NATURAL AND ANTHROPOGENIC IMPACT FACTORS IN THE STEPPE ZONE OF ALTAI TERRITORY

Красноярова Б.А.[1], Назаренко А.Е.[2], Плуталова Т.Г.[3], Шарабарина С.Н.[4], Барышников С.Г.[5]
Krasnoyarova B.A.[1], Nazarenko A.E.[2], Plutalova T.G.[3], Sharabarina S.N.[4], Baryshnikov S.G.[5]

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия
Institute for water and environmental problems SB RAS, Barnaul, Russia

E-mail: [1]bella@iwep.ru, [2]nazarenko.iwep@gmail.com, [3]plutalova.tg@gmail.com, [4]sharabarinasof@gmail.com, [5]sbaryshnikov18@gmail.com

Аннотация. В работе проведена оценка пространственной дифференциации природно-хозяйственных систем (ПХС) степной зоны Сибири по степени уязвимости к современным вызовам социально-эколого-экономического характера с учетом долгосрочных эколого-экономических приоритетов. Модельной территорией выступают муниципальные образования Кулундинской, Южноприалейской и Предалтайской ландшафтных провинций Алтайского края, крупнейшего за Уралом агропромышленного региона. Выделены четыре группы факторов уязвимости ПХС (изменение климата и загрязнение окружающей среды, сельскохозяйственное производство и водообеспечение населения) и предложен алгоритм их оценки. Оценка проведена на уровне муниципальных образований (районов и городских округов), что обусловлено системой управления в административных границах.

Высокая степень уязвимости к природным и социально-экономическим факторам характерна для западной части степной зоны – Кулундинской провинции – за счет высокой сельскохозяйственной нагрузки и низкой благоприятности агроклиматических условий (засухи, пыльные бури, контрастный термический режим). Умеренная уязвимость характерна для северных и восточных муниципальных образований Южноприалейской и значительной части Предалтайской степных провинций с высокой чувствительностью к сельскохозяйственному воздействию и умеренной – по показателям водообеченности. Предгорные районы на фоне умеренной уязвимости к сельскохозяйственному воздействию и низкими параметрами уязвимости по степени водообеспеченности и загрязнению окружающей среды имеют низкую суммарную уязвимость.

Ключевые слова: природно-хозяйственная система, степная зона, уязвимость, аграрное природопользование.

Abstract. The work assessed the spatial differentiation of natural-economic systems (NES) of the steppe zone of Siberia according to the degree of vulnerability to modern challenges of a socio-ecological and economic nature, taking into account long-term environmental and economic priorities. The model territory is the municipalities of the Kulunda, South Prialeisk and Pre-Altai landscape provinces of the Altai Krai, the largest agro-industrial region beyond the Urals. Four groups of NES vulnerability factors are identified (climate change and environmental pollution, agricultural production and water supply to the population) and an algorithm for their assessment is proposed. The assessment was carried out at the level of municipalities (districts and city districts), which is due to the management system within administrative boundaries.

A high degree of vulnerability to natural and socio-economic factors is typical for the western part of the steppe zone – the Kulunda province – due to the high agricultural load and low favorable agro-climatic conditions (droughts, dust storms, contrasting thermal conditions). Moderate vulnerability is typical for the northern and eastern municipalities of the South Alley and a significant part of the Pre-Altai steppe provinces with high sensitivity to agricultural impacts and moderate sensitivity in terms of water availability. Foothill areas have moderate vulnerability to agricultural impacts and low vulnerability parameters in terms of water availability and environmental pollution. These areas have a low total vulnerability.

Key words: natural economic system, steppe zone, vulnerability, agricultural environmental management.

Введение. Устойчивость функционирования природно-хозяйственных систем (ПХС) определяется способностью сохранять основные свойства и функции в течение длительного времени, несмотря на воздействие различных деструктивных факторов, как природного (климатические изменения, природные катаклизмы), так и антропогенного (загрязнение

окружающей среды, нарушение технологических процессов землепользования) характера [1-3]. Данное понятие тесно связано с категорией уязвимости ПХС – интенсивности изменения параметров системы под действием дестабилизирующих факторов. Уязвимые системы имеют низкую устойчивость и могут быть подвержены значительным изменениям и даже разрушению в условиях неблагоприятных факторов. С другой стороны, устойчивые системы обладают высокой адаптивностью и могут продолжать функционировать даже при некоторых изменениях [4-6]. Учитывая, что любая ПХС находится в стадии сбалансированной неравновесности в результате воздействия эндогенных и экзогенных факторов природного и антропогенного характера, но стремится к сохранению устойчивости своего функционирования, важно определить характер и интенсивность развития этих дестабилизирующих факторов или уязвимость рассматриваемых ПХС, особенно с большой долей природообусловленных видов деятельности.

Целью исследования является оценка пространственной дифференциации ПХС степной зоны Сибири по степени уязвимости к современным вызовам социально-эколого-экономического характера с учетом долгосрочных эколого-экономических приоритетов.

Материалы и методы. Основные факторы уязвимости природно-хозяйственных систем выделены на основе анализа опубликованных подходов и методов [6-11] и предложен авторский алгоритм их оценки.

Алгоритм оценки степени уязвимости ПХС представляет собой следующую последовательность действий:

1. Идентификация основных природных и социально-экономических факторов воздействия на модельные / ключевые природно-хозяйственные системы.
2. Выбор и обоснование параметров / маркеров уязвимости.
3. Расчет весовых коэффициентов параметров оценки уязвимости.
4. Оценка степени уязвимости ПХС.

Реализация данного алгоритма позволила дифференцировать сельские территории Кулундинской, Южноприалейской и Предалтайской степных провинций Алтайского края по отдельным параметрам социально-экономического развития и уровню воздействия на окружающую среду.

Модельные природно-хозяйственные системы Алтайского края – ведущего сельскохозяйственного региона в азиатской части России, входящего в топ-10 регионов страны по объему сельскохозяйственного производства. Регион находится в зоне активного аграрного природопользования, на территории которого успешно сочетается растениеводство и животноводство. В данном контексте Алтайский край является репрезентативным объектом, учитывая аграрную ориентированность его экономики и разнообразие агроклиматических условий [12]. Оценка проведена на уровне муниципальных районов и городских округов, что обусловлено наличием и доступностью статистической информации, а также спецификой управленческого механизма в рамках административных границ. Последний фактор особенно важен в условиях принятия своевременных управленческих решений для снижения степени уязвимости и повышения устойчивости функционирования ПХС к современным вызовам и угрозам.

Идентификация природных факторов воздействия проведена с учетом основных международных и российских прогнозов по изменению климата и систем землепользования, социально-экономических факторов воздействия – на базе стратегических документов пространственного развития и территориального планирования регионов юга Западной Сибири [13-15]. В результате выделены следующие факторы воздействия: демографический, продовольственной безопасности, технологический, агроэкологический, инфраструктурный, фактор качества воды, размещения отходов и загрязнения атмосферного воздуха *(рисунок 1)*. Для каждого фактора воздействия экспертным путем определен набор маркеров уязвимости ПХС.

Уязвимость природно-хозяйственных систем к природным и социально-экономическим факторам воздействия в целом оценивалась по формуле (1):

$$V_{\text{пхс}} = 1/Cl_i \sum_1^n \frac{(X_i - X_{min}) \times W_n}{(X_{max} - X_{min})}, \quad (1)$$

где

$V_{пхс}$–уязвимость природно-хозяйственных систем;

Cl_i – коэффициент агроклиматической благоприятности территории;

X_i – значение маркера n в районе i;
W_n – весовой коэффициент значения маркера.

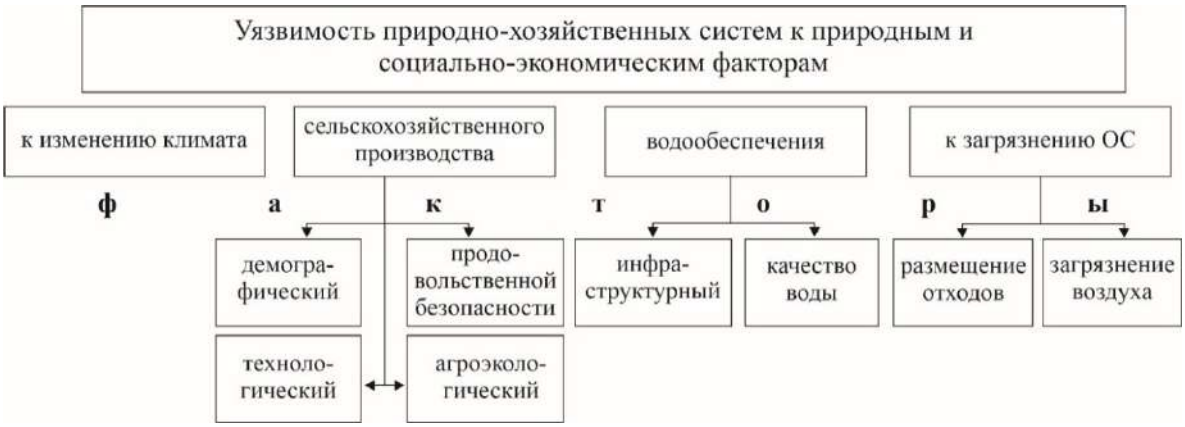


Рисунок 1. Факторы уязвимости природно-хозяйственных систем.

В рамках оценки уязвимости данные по каждому из выбранных маркеров были нормированы в промежутке от 0 до 1, где 0 – минимальное значение ряда, 1 – максимальное.

Каждый из выбранных маркеров в виде прямой либо обратной связи отражает степень уязвимости ПХС, например, чем большая доля населения не обеспечена водопроводом и чем большая доля водопроводной сети нуждается в замене, тем более уязвимой является система обеспечения населения и хозяйства водой, и т.п. Для показателей с обратной связью (например, площадь посевных земель на душу населения) для расчета уязвимости использовалась формула (2):

$$V_{\text{пхс}} = 1/Cl_i \sum_1^n (1 - \frac{(X_i - X_{min})}{(X_{max} - X_{min})}) \times W_n \quad (2)$$

Проведенная оценка уязвимости административных районов степной зоны по факторам развития сельскохозяйственного производства включала в себя:

1. Фактор демографического воздействия через показатели плотности сельского населения, доли занятых в сельском хозяйстве и размера заработной платы в сельском хозяйстве от среднего по району.
2. Фактор продовольственной безопасности оценивался через площадь посевных земель на душу населения, производство сельскохозяйственной продукции на 1 га посевной площади.
3. Технологический фактор определялся оценкой обеспеченности аграрных предприятий сельскохозяйственной техникой: нагрузка посевной площади на 1 трактор, на 1 комбайн.
4. Агроэкологический фактор – доля эродированных сельскохозяйственных земель, внесение удобрений на 1 га посевной площади, доля кормовых культур в структуре посевов.

Источниками информации выступали базы данных краевой и федеральной статистики, схемы территориального планирования, планы развития поселений, доклады Министерства природных ресурсов и экологии, карты фонда ИВЭП СО РАН.

Классификация ПХС/административных территорий Алтайского края по степени уязвимости и картографическая интерпретация полученных результатов проведена методом геометрических интервалов, с помощью которого границы классов определены на основе интервалов, имеющих геометрическую последовательность. Геометрический коэффициент в этом классификаторе может меняться на обратный к нему в целях оптимизации диапазонов классов. Алгоритм создает геометрические интервалы путем минимизации суммы квадратов числа элементов в каждом классе. Это позволяет добиться примерно равного количества значений в каждом диапазоне, а изменения между интервалами были согласующимися [16]. Нами выделены три диапазона – низкая, умеренная и высокая степень уязвимости.

Результаты исследований и их обсуждение. К наиболее уязвимым территориям к факторам сельскохозяйственного производства относятся муниципальные образования Кулундинской ландшафтной провинции – Угловский, Ключевский и Кулундинский районы, Славгородский муниципальный округ.

Оценка уязвимости по факторам водообеспеченности включает в себя оценку инфраструктурного фактора (степень обеспеченности территории центральным водопроводом и его технического состояния) и качества воды по санитарно-химическим и микробиологическим показателям, по данным ежегодных отборов, проводимых Роспотребнадзором. Низкая степень обеспеченности централизованным водоснабжением (более 20% населения не имеют доступа) в Завьяловском, Волчихинском, Петропавловском и Третьяковском районах. Во всех исследуемых районах водопроводные сети имеют значительную степень износа. Таким образом, все они в достаточной степени уязвимы с позиций водообеспеченности.

Оценка уязвимости к загрязнению окружающей среды включает в себя оценку загрязнения воздуха и размещения отходов и исходит из понятия предельной экологической емкости. Наиболее значимые объемы загрязнения атмосферного воздуха основными загрязнителями закономерно отмечены в городах и поселках городского типа с развитой промышленностью – Рубцовск, Славгород, Алейск, Малиновое Озеро, Благовещенка.

Сводные оценки территории края по степени уязвимости к природным и социально-экономическим факторам воздействия показали, что высокая уязвимость характерна для районов степной зоны (Кулундинская и западная часть районов Южноприалейской провинций) преимущественно за счет факторов сельскохозяйственного производства и низкой благоприятности климата, которая в последние годы усилилась за счет роста числа засух и пыльных бурь, нарушения термического режима и др. *(рисунок 2)*.

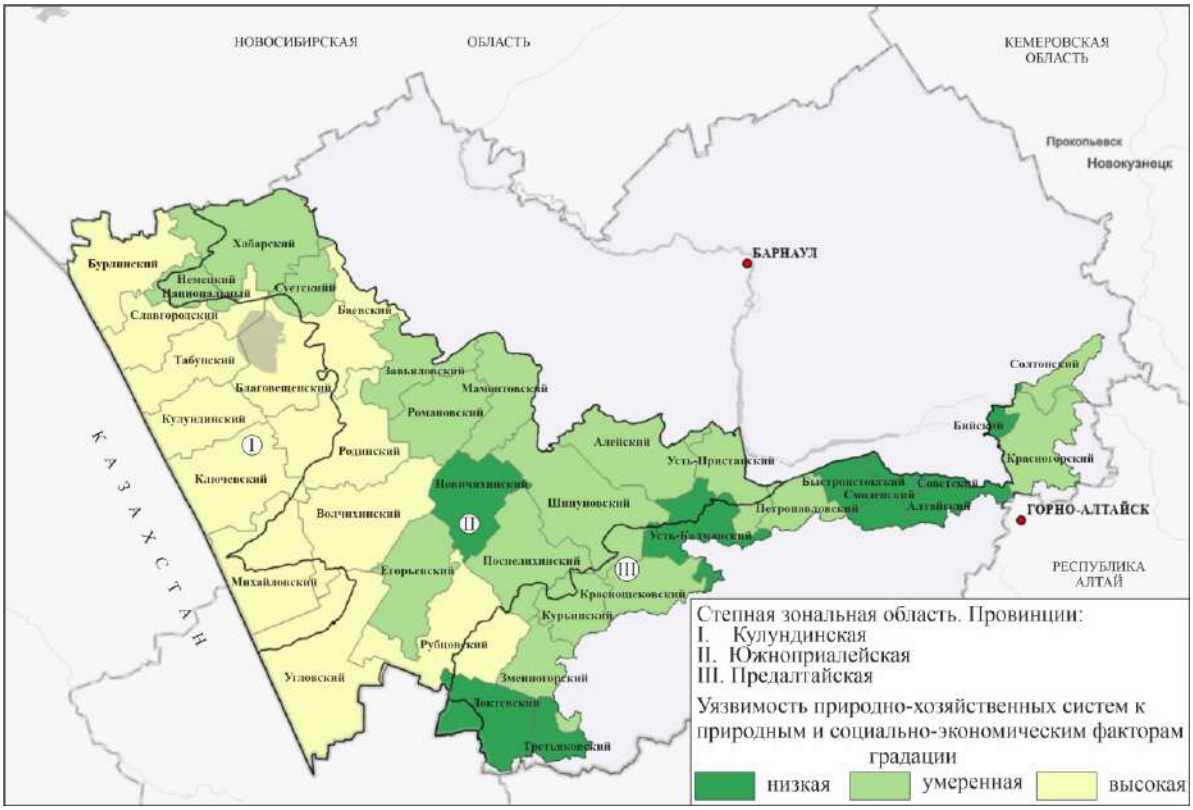


Рисунок 2. Сводная оценка уязвимости административных районов степной зоны Алтайского края к факторам природного и социально-экономического характера.

Умеренная уязвимость характерна для северных и восточных муниципальных образований Южноприалейской и значительной части Предалтайской степных провинций с высокой уязвимостью к сельскохозяйственному воздействию и умеренной – по показателям водообеченности.

К районам с низкой уязвимостью относятся предгорные Локтевский, Третьяковский, Смоленский, Алтайский, а также равнинный Новичихинский районы, где на фоне умеренной уязвимости к сельскохозяйственному воздействию отмечаются в основном низкие параметры уязвимости по факторам водообеспеченности и загрязнения окружающей среды.

Заключение. Полученные результаты имеют предварительный характер, собранная база данных представляет собой открытую систему и может быть модифицирована и дополнена в

дальнейшем по времени и широте охвата показателей в зависимости от решаемых задач, но в целом вполне адекватно описывает ситуацию и совпадает с ранее полученными выводами.

Понимание уязвимости и устойчивости природно-хозяйственных систем является важным для разработки эффективных стратегий и мер по управлению и охране окружающей среды. Обращение научного внимания к факторам уязвимости помогает улучшить понимание и прогнозирование последствий хозяйственной деятельности человека на окружающую среду, а также разработать подходы к устойчивому использованию природных ресурсов.

Работа выполнена по государственному заданию FUFZ-2021-0007.

Список литературы

1. Исаченко А.Г. Ландшафты России: экологический потенциал и устойчивость к антропогенным воздействиям // Информационный бюллетень РФФИ. 1996. № 14. 87 с.

2. Данилов-Данильян В.И. Глобальные климатические изменения и водные проблемы России и мира // Век глобализации. 2020. № 4 (36). С. 65-78.

3. Кочуров Б.И. Ноосферная конвергенция и развивающаяся устойчивость России и Казахстана в меняющихся условиях природы и общества // Парадигма. 2021. № 2. С. 7-11.

4. Мирзеханова З.Г. Методика расчета потенциальной природной уязвимости территории. Хабаровск: СП «Эльта», 1993. 49 с.

5. Дмитриев В.В. Подходы к интегральной оценке и ГИС-картографированию устойчивости и экологического благополучия геосистем. I. Интегральная оценка устойчивости наземных и водных геосистем // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. 2012. № 3. С. 65-78.

6. Кесорецких И.И. Оценка пространственной и временной изменчивости показателя уязвимости ландшафтов Калининградской области как компонент экологически ориентированного территориального планирования // Балтийский регион. 2015. № 4 (26). С. 162-180. DOI 10.5922/2074-9848-2015-4-10.

7. Оценка уязвимости социально-экономического развития арктической территории России // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2016. № 6. С. 71-77.

8. Бадина С.В. Количественная оценка уязвимости социально-экономического потенциала российской Арктики в зоне деградации вечной мерзлоты // Региональные исследования. 2017. № 3 (57). С. 107-116.

9. Аскарова М.А., Медеу Ал.А., Медеу Айг., Мусагалиева А.Н. Адаптивная модель влияния изменения климата на природно-хозяйственные системы Казахстана // Хабаршы. География сериясы. 2021. №1 (60). С. 52-60.

10. Семенов Ю.М., Шитов А.В., Климова О.В., Мердешева Е.В. Ландшафтное планирование как база устойчивого социально-экономического развития и сохранения экосистем Алтая // Тенденции пространственного развития современной России и приоритеты его регулирования: материалы Междунар.науч.конф (XIII Ежегодная научная Ассамблея АРГО). Тюмень: ТюмГУ-Press, 2022. С. 475-482.

11. Михеева А.С., Аюшеева С.Н., Бардаханова Т.Б., Ботоева Н.Б., Садыкова Э.Ц. Оценка эколого-экономической устойчивости территориальных природно-хозяйственных систем // Московский экономический журнал. 2022. № 9. DOI: 10.55186/2413046X202279540.

12. Красноярова Б.А. Географические основы устойчивого развития аграрного природопользования в Сибирских регионах: специальность 25.00.24: Автореф. дис. … д-ра геогр. наук. Барнаул, 2005. 51 с.

13. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. СПб. 2017. 106 с.

14. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб.: Наукоемкие технологии, 2022. 124 с.

15. Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. IPCC. 2019. 864 p.

16. Методы классификации данных [Электронный ресурс]. URL: https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/help/mapping/layer-properties/data-classification-methods.htm (дата обращения: 11.12.2023).

УДК 332.3; 551.588.7
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-622-626

УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СТЕПНЫХ РАЙОНАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

CARBON FOOTPRINT OF AGRICULTURAL LAND USE IN THE STEPPE REGIONS OF THE ALTAI KRAI

Красноярова Б.А.[1], Назаренко А.Е.[2], Шарабарина С.Н.[3], Плуталова Т.Г.[4]
Krasnoyarova B.A.[1], Nazarenko A.E.[2], Sharabarina S.N.[3], Plutalova T.G.[4]

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия
Institute for water and environmental problems SB RAS, Barnaul, Russia

E-mail: [1]bella@iwep.ru, [2]nazarenko.iwep@gmail.com,
[3]sharabarinasof@gmail.com, [4]plutalova.tg@gmail.com

Аннотация. Изучение влияния землепользования на потоки парниковых газов является актуальной научной задачей в рамках глобальной проблемы изменения климата. Настоящее исследование посвящено оценке вклада сельского хозяйства в данный процесс. В статье представлены результаты расчетов углеродного следа, который понимается как общая масса выбросов в атмосферу парниковых газов (CO_2, N_20, CH_4) в процессе сельскохозяйственного производства. Оценка проведена с использованием углеродных калькуляторов: Cool Farm Tool, AgRe-Calc, Farm Carbon и Ex-Act V9.4, а также Методических рекомендаций Минприроды РФ (2015). Объектом исследования являются два сельхозпредприятия, расположенные в зоне сухой степи Алтайского края.

Результаты, полученные при расчете по углеродным калькуляторам и методике Минприроды, значительно отличаются. При этом различия зафиксированы не только в общих объемах углеродного следа от выращивания различных сельскохозяйственных культур, но и в структуре углеродного следа для каждой культуры.

В одних и тех же природных условиях сухой степи удельные показатели выбросов CO_2 (на 1 га и на 1 тонну продукции) на изучаемых предприятиях также различны, что обусловлено особенностями технологического процесса при выращивании сельхозкультур и их разной урожайностью. Таким образом, с точки зрения нагрузки углеродного следа на 1 га посевной площади культуры могут быть карбоноемкими, но с точки зрения производства продукция может иметь низкий углеродный след, что делает возможным его снижение за счет интенсификации производства.

Ключевые слова: парниковые газы, углеродные калькуляторы, углеродный след, сельское хозяйство, степные территории.

Abstract. Studying the impact of land use on greenhouse gas flows is an urgent scientific task within the framework of the global problem of climate change. This study aims to assess the contribution of agriculture to this process. The article presents the results of calculations of the carbon footprint, which is understood as the total mass of greenhouse gas emissions (CO_2, N_20, CH_4) into the atmosphere during agricultural production. The assessment was carried out using carbon calculators: Cool Farm Tool, AgRe-Calc, Farm Carbon and Ex-Act V9.4, as well as Methodological Recommendations of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation (2015). The objects of the study are two agricultural enterprises located in the dry steppe zone of the Altai Krai.

The results obtained when calculating using carbon calculators and the methodology of the Ministry of Natural Resources differ significantly. At the same time, differences are recorded not only in the total volumes of the carbon footprint from growing various crops, but also in the structure of the carbon footprint for each crop. Under the same natural conditions of the dry steppe, the specific indicators of CO_2 emissions (per 1 hectare and per 1 ton of product) at the enterprises under study are also different, which is due to the peculiarities of the technological process when growing crops and their different yields. Thus, from the point of view of the carbon footprint load per 1 hectare of crop area, crops may be carbon-intensive, but from a production point of view, products may have a low carbon footprint, which makes it possible to reduce it through intensification of production.

Key words: greenhouse gases, carbon calculators, carbon footprint, agriculture, steppe.

Актуальность. Вклад землепользования в глобальную эмиссию парниковых газов очень существенен и составляет 23% [1]. При этом, землепользование является одновременно и мощным поглотителем CO_2: глобальные модели оценивают его углероддепонирующую способность в 11,2+/–2,6 ГтCO_2/год из атмосферы в течение 2007-2016 годов. Поэтому изучение составляющих углеродного баланса и возможностей его регулирования при разных видах и

способах землепользования является актуальной научной задачей в рамках глобальной проблемы изменения климата и развития концепции углеродной нейтральности.

Объект и методы исследования. Алтайский край – крупнейший за Уралом производитель сельскохозяйственной продукции, характеризуется широким спектром агроклиматических условий, его территория расположена в пределах степной, лесостепной природных зон и горных областей Алтая и Салаира. Объектом данного исследования являются два сельскохозяйственных предприятия в Бурлинском районе Алтайского края *(таблица 1)*. Район расположен в западной части региона на границе с Казахстаном в степной природной зоне (Кулундинская сухостепная ландшафтная провинция).

АО «Племзавод Бурлинский» находится в с. Бурла Бурлинского района и специализируется на растениеводстве и молочном животноводстве. Посевная площадь составляет 5250 га, поголовье КРС – 1100 голов. В структуре посевов преобладают подсолнечник (34%), сенаж (27%) и кукуруза на силос (16%).

Хозяйство ИП Дайрабаев расположено в с. Кинерал Бурлинского района. Специализируется на растениеводстве и мясном скотоводстве. Посевная площадь составляет 3400 га, поголовье КРС – 650 голов. В структуре посевов лидируют подсолнечник (35%), лен масличный (32%) и пшеница яровая (15%). В целом, в Бурлинском районе в структуре посевов преобладают технические культуры – 43% (среди них – подсолнечник на зерно), так что оба предприятия типичны для данной территории.

Таблица 1

Основные показатели выращивания сельскохозяйственных культур в исследуемых предприятиях (2022 г.)

Культуры	S, га	Урожайность, ц/га	Обращение с растительными остатками	Удобрения, объем внесения	Средства защиты посевов, объем внесения
ИП Дайрабаев					
Пшеница яровая	500	26	Измельчаются, запахиваются	NPK 16-16-16(6), 1 00 кг/га	Торнадо-540 (1,5 кг/га) Балерина Форте (1л/га) Борей Нео (0,1 л/га)
Подсолнечник	1200	11	Измельчаются, запахиваются	NP(S) 20:20(14), 70 кг/га	Торнадо-540 (1,5 кг/га) Балий (0,6л/га) Борей Нео (0,1 л/га) Мортира (0,05 кг/га) Квик-степ (0,8л/га)
Сенаж	200	80	Скашиваются (продукция)	АМУ 40%, 80 кг/га	Борей Нео (0,1 л/га) Балерина Форте (1л/га)
Лён	1100	12	Измельчаются, запахиваются	АМУ 40%, 70 кг/га	Торнадо-540 (1,5 кг/га) Борей Нео (0,1 л/га) Хакер (0,1 кг/га) Гербитокс (0,6л/га) Магнум (0,004 кг/га) Граммидицид Миура (1л/га) Ф Кредо (0,5 л/га)
Суданская трава	400	35	Скашиваются (продукция)	АМУ 40%, 7 0 кг/га	–
АО «Племзавод Бурлинский»					
Пшеница яровая	734	3	Солома используется в качестве подстилки для скота	Удобрения не вносились	Торнадо-540 (1,5 кг/га) Балерина Форте (1л/га) Борей Нео (0,1 л/га)
Подсолнечник	1800	3	Измельчаются, запахиваются	Удобрения не вносились	Торнадо-540 (1,5 кг/га) Балий (0,6 л/га) Борей Нео (0,2 л/га) Мортира (0,05 кг/га) Квик-степ (0,8 л/га)
Сенаж	1400	15	Скашиваются (продукция)	АМУ 40%, 80 кг/га	Борей Нео (0,1 л/га) Балерина Форте (0,7 л/га)

Культуры	S, га	Урожайность, ц/га	Обращение с растительными остатками	Удобрения, объем внесения	Средства защиты посевов, объем внесения
Кукуруза (силос)	856	40	Скашиваются (продукция)	Удобрения не вносились	Торнадо-540 (1,5 кг/га) Балерина Форте (0,7 л/га) Дублон (1,7 л/га)
Ячмень	460	5	Солома используется в качестве подстилки для скота	Удобрения не вносились	Торнадо-540 (1,5 кг/га) Балерина Форте (1 л/га) Борей Нео (0,1 л/га)

В данной статье представлены результаты расчетов лишь одного из составляющих углеродного баланса сельского хозяйства – углеродного следа, который понимается как общая масса выбросов в атмосферу парниковых газов (CO_2, N_2O, CH_4) в процессе сельскохозяйственного производства и выражается в CO_2-эквиваленте. Потенциал поглощения сельскохозяйственными угодьями парниковых газов не приводится.

Оценка проведена с использованием наиболее распространенных углеродных калькуляторов: Cool Farm Tool, AgRe-Calc, Farm Carbon и Ex-Act V9.4, а также Методических рекомендаций Минприроды РФ [2] (далее – методика Минприроды). В основе расчета выбросов парниковых газов посредством углеродных калькуляторов и Методики Минприроды лежат Руководящие принципы по национальным инвентаризациям парниковых газов МГЭИК с последними дополнениями и обновлениями, а также различные базы данных исследований выбросов парниковых газов национального уровня. Так как наборы данных, на которые опираются вышеуказанные методики, имеют различия, то различаются и результаты расчета массы выбросов, полученные с их использованием [3]. Например, для пересчета выбросов CH_4 и N_2O в эквивалент CO_2 калькулятор Cool Farm Tool использует пересчетные коэффициенты, равные 25 и 273 соответственно (методика Минприроды принимает данные коэффициенты равными 21 и 310, что говорит о разном понимании значимости парникового эффекта CH_4 и N_2O).

Углеродные калькуляторы – это специальные программы для расчета эмиссии парниковых газов (углеродного следа) от сельскохозяйственного производства. Обычно они состоят из нескольких блоков, характеризующих растениеводство, животноводство, управление отходами, использование топлива и пр., в которых нужно заполнить данные по каждому предприятию. В качестве исходных материалов настоящего исследования выступает информация о посевных площадях сельскохозяйственных культур, урожайности, применяемых способах обращения с растительными остатками, удобрениях и средствах защиты посевов, а также данные о расходе топлива в процессе проведения сельскохозяйственных работ, поголовье сельскохозяйственных животных, их кормовом рационе, пастбищеобороте, системе обращения с отходами. Исходные данные получены в процессе экспедиционных исследований и анкетирования руководства предприятий летом 2023 г.

Результаты исследования и обсуждение. В результате оценки были рассчитаны общий и удельный углеродный след растениеводства на единицу земельной площади и единицу продукции по основным выращиваемым сельскохозяйственным культурам, а также углеродный след животноводства. В ИП Дайрабаев удельный углеродный след растениеводства на единицу площади (кг CO_2 экв./га) по выращиваемым культурам в порядке возрастания распределяется следующим образом: подсолнечник (218,21-355,01), суданская трава (238,75-509,74), лён (399,07-488,64), пшеница яровая (399,93-546,82), сенаж (513,96-554,02). Данное распределение обусловлено, в первую очередь, тремя основными факторами – объемом растительных остатков культур и применяемыми методами обращения с ними, количеством полевых операций и применяемой сельхозтехникой, определяющими расходы топлива, а также составом и массой внесенных удобрений. Таким образом, особенности технологического процесса растениеводства в комплексе формируют углеродный след.

Удельный углеродный след в расчете на единицу продукции (кг CO_2 экв./тонну) зависит как от особенностей технологического процесса для каждой культуры, так и от полученной урожайности. В ИП Дайрабаев в порядке возрастания он распределяется следующим образом: сенаж (64,24-69,25), суданская трава (71,25-145,64), пшеница яровая (148,61-210,32), подсолнечник (198,37-322,73), лён (332,56-407,20).

В АО «ПЗ Бурлинский» удельный углеродный след растениеводства на единицу площади выращиваемых культур (кг CO_2 экв./га) в порядке возрастания распределяется следующим образом: кукуруза (силос) (101,91-210,11), подсолнечник (140,74-278,52), пшеница яровая (153,34-216,39), ячмень (154,57-226,32), сенаж (339,21-349,12). Низкие объемы выбросов парниковых газов обусловлены тем, что предприятие испытывало финансовые сложности и практически не вносило удобрения под посевы. Относительное распределение углеродного следа по культурам совпадает с полученным на полях ИП Дайрабаев М.М.

Удельный углеродный след в расчете на единицу продукции (кг CO_2 экв./тонну) в порядке возрастания: кукуруза (силос) (25,48-52,53), сенаж (226,14-232,75), ячмень (309,15-452,64), подсолнечник (469,12-928,39), пшеница яровая (511,59-721,97). Высокие удельные показатели выбросов на тонну продукции зерновых и подсолнечника обусловлены низкой урожайностью в условиях отсутствия удобрений.

Структура углеродного следа по совпадающим культурам (которые выращиваются на обоих предприятиях) представлена на *рисунке 1*. Разные компоненты технологического процесса вносят разный вклад в формирование углеродного следа.

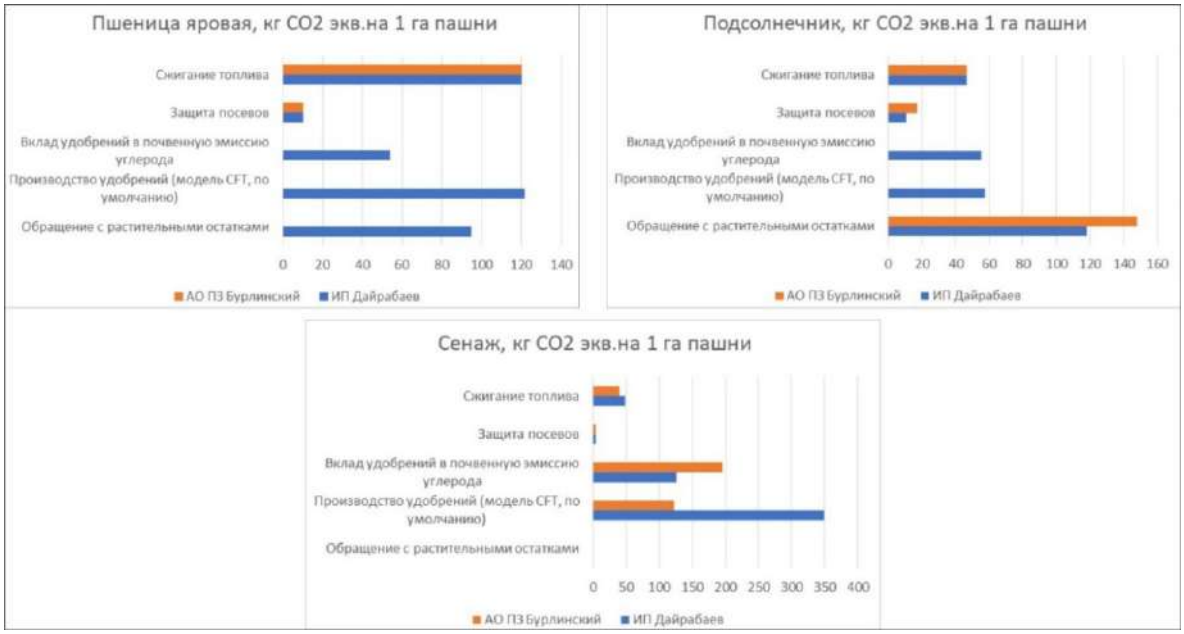


Рисунок 1. Структура углеродного следа при выращивании пшеницы, подсолнечника и сенажа (рассчитано по: Cool Farm Tool).

Удельные показатели выбросов CO_2 в данных предприятиях представлены на *рисунке 2*, где наглядно показаны различия при интенсивном ведении хозяйства в ИП Дайрабаев и экстенсивном в АО «ПЗ Бурлинский» в одних и тех же природных условиях засушливой степи.

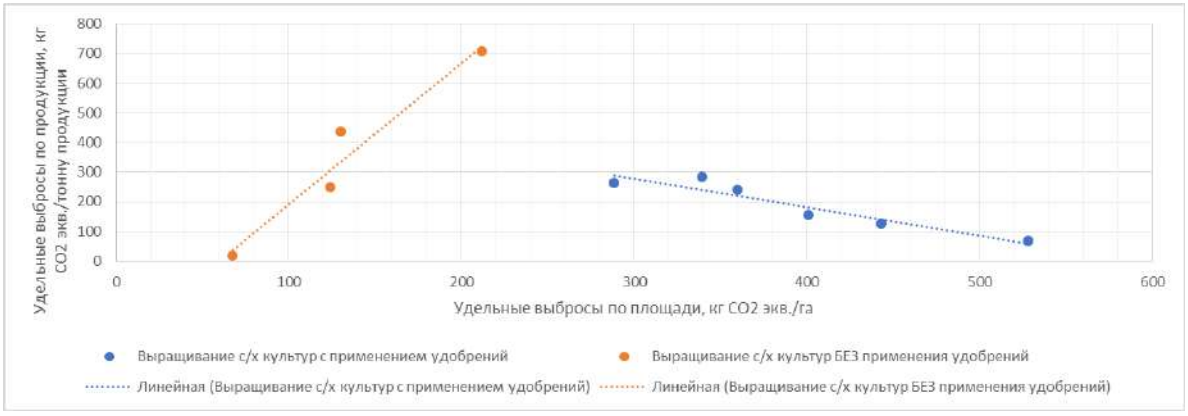


Рисунок 2. Углеродный след растениеводства в хозяйствах: АО «ПЗ Бурлинский» (слева) и ИП Дайрабаев (справа). Точками обозначены выращиваемые сельскохозяйственные культуры. Рассчитано по: Cool Farm Tool.

Углеродный след животноводства оценивался с использованием того же инструментария, который был применен для растениеводства. Структура углеродного следа при выращивании крупного рогатого скота в условиях стойлового содержания включает в себя выбросы CH_4 от внутренней ферментации, а также выбросы CH_4 и N_2O, образующиеся при разложении навоза. В углеродном эквиваленте объем выбросов составил (тонн CO_2 экв./голову в год): ИП Дайрабаев М.М. (1,74-3,39), АО «ПЗ Бурлинский» (2,18-3,51). На рассматриваемых предприятиях углеродный след животноводства, в первую очередь, зависит от структуры рациона скота, и имеет потенциал к снижению. Так, высокие показатели АО «ПЗ Бурлинский» обусловлены значительной долей кукурузного силоса в рационе.

Выводы. Наиболее высокий общий углеродный след в рассмотренных предприятиях образует выращивание льна, подсолнечника и сенажа. Данные результаты обусловлены не только особенностями возделывания тех или иных сельскохозяйственных культур, но и их разной посевной площадью.

Удельный углеродный след сельскохозяйственных культур на 1 га посевной площади распределяется иначе по причине разной продуктивности культур, разных объемов растительных остатков, внесенных удобрений и разного расхода топлива. По совпадающим культурам, которые выращиваются на обоих предприятиях, наибольший углеродный след образует сенаж, на втором месте – пшеница, на третьем – подсолнечник.

Удельный углеродный след в расчете на единицу продукции (кг CO_2 экв./тонну) зависит как от особенностей технологического процесса для каждой культуры, так и от урожайности. Поэтому, по совпадающим культурам данный показатель очень сильно различается, например, удельный углеродный след подсолнечника в АО «ПЗ Бурлинский» в 2,4-2,9 раза больше, чем у ИП Дайрабаев. Таким образом, с точки зрения нагрузки углеродного следа на 1 га посевной площади культуры могут быть карбоноемкими, но с точки зрения производства продукция может иметь низкий углеродный след, что делает возможным его снижение за счет интенсификации производства.

Основными факторами, определяющими величину углеродного следа животноводства, выступают особенности содержания скота и рациона кормления. На рассматриваемых предприятиях углеродный след животноводства, в первую очередь, зависит от структуры рациона скота, и имеет потенциал к снижению путем его изменения.

В связи с различиями в алгоритмах оценок углеродного следа (различающийся набор вводимых параметров, разные значения применяемых для расчета коэффициентов и удельных значений выбросов, разный уровень обобщения и разная логика расчетов), результаты, полученные при расчете по углеродным калькуляторам Cool Farm Tool, AgRe-Calc, Farm Carbon и Ex-Act, а также по методике, утвержденной Минприроды, значительно отличаются. При этом различия зафиксированы не только в полученных общих объемах углеродного следа от выращивания различных сельскохозяйственных культур, но и в структуре углеродного следа для каждой культуры. Отдельные калькуляторы бо́льшую роль в углеродном следе относят удобрениям, другие – влиянию растительных остатков.

По результатам исследования выявлено, что для оценки отдельных элементов углеродного баланса и углеродного следа следует использовать рассмотренные инструменты в комплексе, комбинируя существующие подходы и сложившийся мировой опыт.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00253 «Трансформация системы землепользования как инструмент регулирования углеродного баланса аграрного региона» https://rscf.ru/project/23-27-00253/ в Институте водных и экологических проблем СО РАН.

Список литературы

1. IPCC 2019. Climate Change and Land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. URL: https://www.ipcc.ch/srccl-report-download-page/ (дата обращения: 28.08.2023).

2. Распоряжение Минприроды РФ от 16.04.2015 № 15-р «Об утверждении методических рекомендаций по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации». Москва, 2015.

3. Суховеева О.Э. Углеродные калькуляторы как инструмент для оценки эмиссии парниковых газов от животноводства // Доклады Российской Академии наук. Науки о земле. 2021. Т. 497. № 1. С. 96-102. DOI: 10.31857/S2686739721030117.

УДК 581.52
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-627-635

ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ *IRIS APHYLLA* L. В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

PHYTOCOENOTIC AND ABIOTIC CHARACTERISTICS OF *IRIS APHYLLA* L. HABITATS IN EUROPEAN RUSSIA

Кугушева А.С.[1], Соболев Н.А.[1,2]
Kugusheva A.S.[1], Sobolev N.A. [1,2]

[1]Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, Рязань, Россия
[2]Институт географии Российской академии наук, Москва, Россия
[1]Ryazan State University named for S. Yesenin, Ryazan, Russia
[2]Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: [1]a.kugusheva@365.rsu.edu.ru, [2]sobolev_nikolas@igras.ru

Аннотация. Продолжен анализ базы данных о местах произрастания касатика безлистного (*Iris aphylla* L.). Экологические условия произрастания *I. aphylla* выявлены по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова. Собран материал для уточнения экологического диапазона *I. aphylla.* Показано преобладание корневищных растений во флористических списках мест произрастания касатика безлистного. Среди видов-доминантов отмечены корневищные, дерновинные, стержнекорневые, ползучие поликарпики, а также кустарники и монокарпики. Отмечено варьирование условий произрастания *I. aphylla* в пределах урочища, сравнимое с таковым в пределах европейского сектора лесостепной зоны. Пока не отмечено связи между экологическими условиями и преобладанием тех или иных жизненных форм в растительном сообществе. Подчёркнута задача разработки корректного применения геоботанических описаний для количественной оценки участия растений разных жизненных форм в функционировании растительного сообщества.

Ключевые слова: экологическая ординация, жизненные формы, лесостепная зона, мезофитизация, уточнение данных.

Abstract. The presented work continues the analysis of the database on relevés those were compiled in the habitats of the Stool Iris (*Iris aphylla* L.). We have identified the ecological conditions in *I. aphylla* habitats using Tsyganov's ecological scales. Material has been collected to further clarify the ecological diapason of *I. aphylla*. The predominance of rhizomatous plants in the floristic lists of *I. aphylla* habitats is shown. Rhizomatous, turfy, taproot, creeping polycarpics, as well as shrubs and monocarpics are noted as dominant species in studied plots. Sometimes variations in the ecological conditions within a plot reach amplitude, comparable to those within the European sector of the forest-steppe zone. So far, no connection has been noted between environmental conditions and the predominance of certain biomorphs in the plant community. The task of developing the correct application of relevés to quantify the participation of plants of different biomorphs in the functioning of the plant community is emphasized.

Key words: Ecological Ordination, Biomorphs, Forest-Steppe Zone, Mesophytization of Steppes, Data Clarification.

Введение. Данная работа продолжает серию публикаций по материалам базы данных о местах произрастания касатика безлистного (*Iris aphylla* L.), составленной авторами под общим руководством проф. М.В. Казаковой и включающей в себя сведения, собранные несколькими десятками специалистов [1]. *I. aphylla* произрастает преимущественно в лесостепной зоне [2] на лугово-степных участках, остепнённых склонах, лесных опушках и полянах [3]. Касатик безлистный служит индикатором флористически ценных лугово-степных участков [4]. Среди жизненных форм сосудистых растений [5] в ряде открытых мест произрастания касатика безлистного по всей широтной амплитуде лесостепной зоны преобладают корневищные растения [6-8]. Это соответствуют определению остепенённых лугов, данному Е.М. Лавренко [9].

Мезофитизация и олуговение степных участков лесостепной зоны известны по крайней мере с начала XX века [10]. В качестве её возможных причин рассматриваются многие факторы [11], среди которых ведущая роль отводится бедности зоокомпонента экосистемы и изменениям климата [9]. Если во второй половине XX в. климат на юге Русской равнины становился более влажным, то в начале XXI в. в западной части лесостепной зоны отмечается его некоторая аридизация [12, 13].

Экологические шкалы позволяют оценивать микроклиматические и эдафические условия непосредственно в местах произрастания изучаемых растений, что особенно важно при высокой мозаичности травяного покрова. Экологический диапазон *I. aphylla* ранее не был определён по шкалам кислотности, богатства почв азотом и переменности увлажнения, а выполненные нами исследования [14] подлежат методическому уточнению на более обширном материале. В первом (пилотном) исследовании на примере открытых мест произрастания *I. aphylla* в западной части лесостепной зоны на территории Белгородской, Курской и Орловской областей проверено, что репрезентативность экологических шкал Д.Н. Цыганова [15] достаточна для определения экологических условий при наблюдаемой степени их однородности [16].

На втором этапе исследования мы рассматриваем экологические условия в открытых местах произрастания *I. aphylla* по всей широтной амплитуде лесостепной зоны в сопоставлении с их фитоценотическими характеристиками.

Методы. Для определения экологических условий произрастания растений использованы экологические шкалы Д.Н. Цыганова [15]. Диапазон экологических условий на площадках определяли методом экстремальных границ, а при невозможности его использовать – методом пересечения большинства диапазонов [17]. Значением экологического параметра считали середину интервала, общего для экологических диапазонов всех произрастающих там растений. Если такой интервал отсутствует, то использовали середину интервала перекрытия большинства диапазонов, получаемого при минимальном числе исключаемых из рассмотрения видов. Фитоценотическая характеристика дана по жизненным формам видов-доминантов и по преобладанию жизненных форм во флористическом списке.

Материалы. Использованы описания 40 геоботанических площадок 10×10 м в открытых местах произрастания *I. aphylla (таблица 1 с пояснениями, рисунок 1),* сделанные в Белгородской, Курской, Липецкой, Московской, Орловской, Пензенской, Рязанской областях и Республике Мордовии. Мы выбрали, прежде всего, те площадки, где проводили собственные исследования. Описания площадок приводятся на платформе Глобальной информационной системы по биоразнообразию (GBIF) в составе массива данных о местах произрастания *I. aphylla* [1], а также в других публикациях *(см. таблица 1)*.

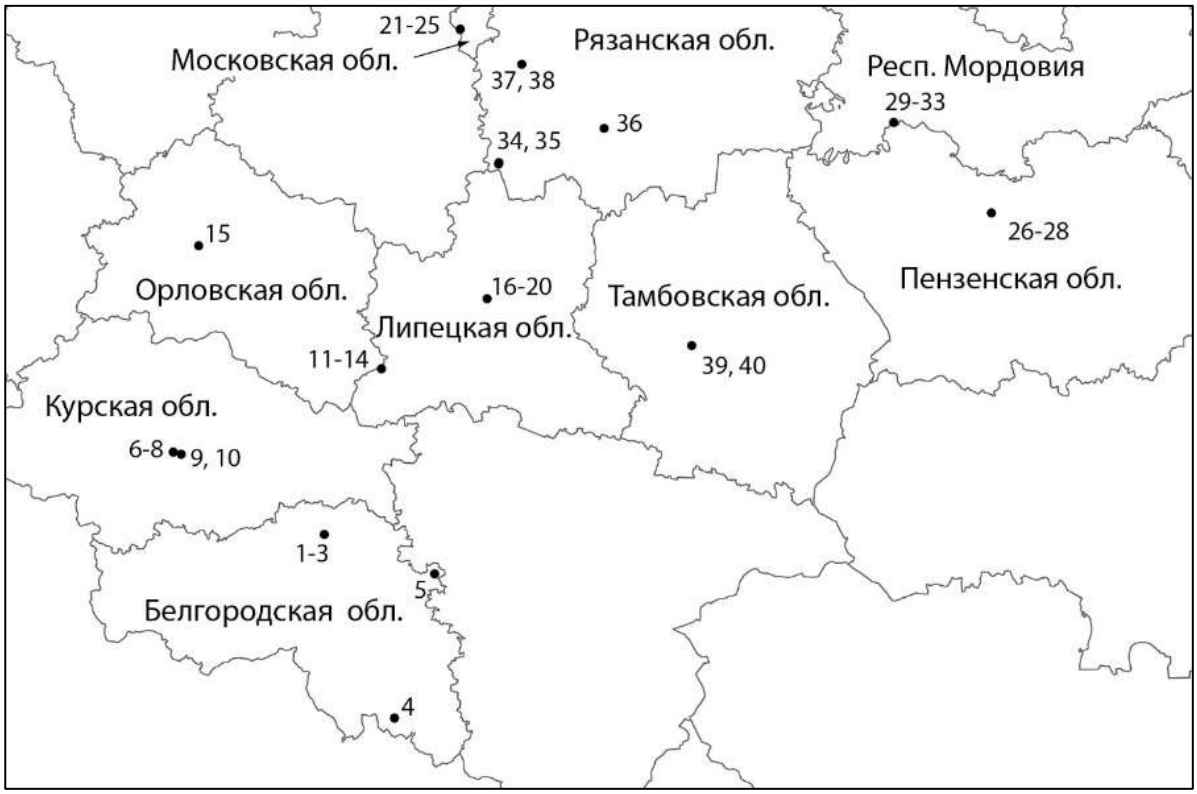


Рисунок 1. Район работы и местонахождение геоботанических площадок.
Цифрами обозначены номера площадок.

Таблица 1

Характеристика геоботанических площадок, рассмотренных в статье

№ пл.	Дата описания	Координаты, градусы		Экспозиция	Уклон, градусы	Авторы описаний	Код описания; дополнительная библиография
		сев. ш.	вост. д.				
1	10.07.2021	51,18739	37,63458	–	0	А.К., Н.С.	BO001 [1]
2	16.08.2012	51,19	37,65	ЮЗ	2	Н.З., И.З.	BO104N12 [1]; Табл. 5.1.8 [18]
3	17.08.2012	51,19	37,65	Ю	1	Н.З., И.З.	BO105N12 [1]; Табл. 5.1.8 [18]
4	29.05.2012	50,08	38,51	Ю	3	Н.З., И.З.	BO125N [1]; Табл. 5.1.3 [18]
5	07.06.2013	51,01	38,77	СВ	25	А.П.	BO1928P [1]; Табл. 5.1.6 [18]
6	22.05.2014	51,5877	36,0292	ЮВ	15	М.К., Е.А., А.К., Н.С.	KO001 [1]
7	22.05.2014	51,5877	36,0292	ЮВ	15	М.К., Е.А., А.К., Н.С.	KO002 [1]
8	22.05.2014	51,58814	36,03026	З	15	М.К., Е.А., А.К., Н.С.	KO003 [1]
9	23.05.2014	51,57061	36,0896	–	0	М.К., Н.З., А.П., Е.А., А.К.	KO004 [1]; Табл. 5.2.2 [18]
10	23.05.2014	51,57085	36,09301	–	0	М.К., Н.З., А.П., Е.А., А.К.	KO005 [1]; Табл. 5.2.2 [18]
11	21.05.2014	52,26179	38,03535	З	20	М.К., А.К.	OR001 [1]; Описание 9 [19]
12	21.05.2014	52,2629	38,03368	ЮЗ	15	М.К., А.К.	OR002 [1]; Описание 10 [19]
13	21.05.2014	52,26397	38,03114	ЮЗ	30	М.К., А.К.	OR003 [1]; Описание 11 [19]
14	21.05.2014	52,26434	38,03214	Ю	15	М.К., А.К.	OR004 []; Описание 12 [19]
15	24.05.2014	52,89423	36,00483	–	0	М.К., Л.К., Е.А., А.К., Н.С.	OR005 [1]
16	20.05.2014	52,767	39,061	ЮЗ	15	М.К., Т.Н., А.К.	LP006 [1]
17	20.05.2014	52,767	39,061	ЮЗ	15	М.К., Т.Н., А.К.	LP007 [1]
18	20.05.2014	52,767	39,061	ВЮВ	10	М.К., Т.Н., А.К.	LP008 [1]
19	20.05.2014	52,767	39,061	ВЮВ	20	М.К., Т.Н., А.К.	LP009 [1]
20	20.05.2014	52,767	39,061	Ю	7	М.К., Т.Н., А.К.	LP010 [1]
21	23.08.2015	54,43403	38,5125	ЮЗ	45	М.К., А.К., Н.С.	MO001 [1]
22	23.08.2015	54,43414	38,51228	ЮЗ	45	М.К., А.К., Н.С.	MO002 [1]
23	23.08.2015	54,43433	38,51186	ЮЗ	45	М.К., А.К., Н.С.	MO003 [1]
24	23.08.2015	54,434	38,512	Ю	45	М.К., А.К., Н.С.	MO004 [1]
25	23.08.2015	54,43358	38,51297	Ю	45	М.К., А.К., Н.С.	MO005 [1]
26	13.06.2016	53,44825	44,29792	СЗ	15	М.К., Е.П., Н.С.	PN008 [1]
27	13.06.2016	53,448	44,298	СЗ	20	М.К., Е.П., Н.С.	PN009 [1]
28	13.06.2016	53,448	44,298	СЗ	15	М.К., Е.П., Н.С.	PN010 [1]
29	19.05.2015	54,01318	43,22335	ЮЗ	15	М.К., А.А., А.К., Н.С.	MR001 [1]
30	19.05.2015	54,0141	43,22768	Ю	15	М.К., А.А., А.К., Н.С.	MR002 [1]
31	19.05.2015	54,01508	43,23055	ЮВ	5	М.К., А.А., А.К., Н.С.	MR003 [1]
32	19.05.2015	54,0149	43,23032	ВЮВ	4	М.К., А.А., А.К., Н.С.	MR004 [1]
33	19.05.2015	54,01523	43,23015	ВЮВ	2	М.К., А.А., А.К., Н.С.	MR005 [1]
34	18.05.2014	53,62002	39,04844	ЮЗ	10	М.К., Е.А., А.К., Н.С.	RZ001 [1]
35	18.05.2014	53,613	39,037	Ю	15	М.К., Е.А., А.К., Н.С.	RZ003 [1]

№ пл.	Дата описания	Координаты, градусы		Экспозиция	Уклон, градусы	Авторы описаний	Код описания; дополнительная библиография
		сев. ш.	вост. д.				
36	20.05.2015	53,8876	40,1358	Ю	20	М.К., А.К., Н.С.	RZ006 [1]
37	30.06.2015	54,246	39,204	В	20	М.К.	RZ009 [1]
38	30.06.2015	54,246	39,204	В	20	М.К.	RZ010 [1]
39	15.05.2015	52,56211	41,19937	ВСВ	10	М.К., А.С., А.К., Н.С.	TA001 [1]
40	15.05.2015	52,56084	41,19939	В	15	М.К., А.С., А.К., Н.С.	TA002 [1]

Пояснения к *таблице 1*. Авторы описаний: А.А. – А.М. Агеева; А.К. – А.С. Кугушева; А.П. – А.В. Полуянов; А.С. – А.С. Соколов; Е.А. – Е.А. Аверинова; Е.П. – Е.В. Письмаркина; И.З. – И.Б. Золотухина; Л.К. – Л.Л. Киселёва; М.К. – М.В. Казакова; Н.З. – Н.И. Золотухин; Н.С. – Н.А. Соболев; Т.Н. – Т.В. Недосекина. Местоположение площадок и режим. Белгородская обл.: Пл. 1 – Губкинский г.о., заповедник Белогорье, Ямская степь, квартал 6, некосимый с 1935 г. участок; Пл. 2 – там же, квартал 5, выдел 1, участок не косится 1 раз в 5 лет; Пл. 3 – там же, квартал 2, выдел 1, тот же режим; Пл. 4 – Вейделевский р-н, урочище Каменья, некосимое; Пл. 5 – Красненский р-н, Большой лог восточнее с. Свистовка, верхняя часть склона, некосимый. Курская обл.: Пл. 6 – Октябрьский р-н, 1,7 км западнее д. Александровка, Журавлиная балка, средняя часть склона с эродированным смытым чернозёмом, прогорание ветоши за 1 или 2 года до наблюдения; Пл. 7 – там же, та же часть склона, осыпание обнажённого грунта, тот же режим; Пл. 8 – там же, верхняя часть склона с эродированным смытым чернозёмом, тот же режим; Пл. 9 – Курский р-н, Центрально-Чернозёмный заповедник, Стрелецкая степь, квартал 19, выдел 8, участок не косится 1 раз в 10 лет (не косили в год наблюдения), умеренный выпас по отаве; Пл. 10 – там же, тот же режим. Орловская обл.: Пл. 11 – Ливенский р-н, 8 км восточнее с. Навесное, лог Богатое, верхняя часть склона, прогорание ветоши в год наблюдения; Пл. 12 – там же, та же часть склона; Пл. 13 – там же, средняя часть склона; Пл. 14 – там же, верхняя часть склона; Пл. 15 – Орловский р-н, Городище Гать, верхняя часть склона с деградированным чернозёмом, прогорание ветоши за 2 года до наблюдения. Липецкая обл.: Пл. 16 – Задонский р-н, 3 км Ю с. Докторово, заповедник Галичья Гора; уч. Быкова Шея, верхняя часть склона, чернозём на известняковом щебне; Пл. 17 – там же, средняя часть склона, тонкий слой щебнистого чернозёма; Пл. 18 – там же, та же часть склона, такие же почвы; Пл. 19 – там же, та же часть склона, гравийно-каменистая почва; Пл. 20 – там же, верхняя часть склона, гравийная почва. Московская обл.: Пл. 21 – г.о. Серебряные Пруды, 1,2 км В д. Александровка, к З от д. Ламоново, верхняя часть склона в средней части балки, серые лесные почвы; Пл. 22 – там же, та же часть склона, такие же почвы; Пл. 23 – там же, та же часть склона, такие же почвы; Пл. 24 – там же, нижняя часть склона; Пл. 25 – там же, нижняя часть склона. Пензенская обл.: Пл. 26 – Мокшанский р-н, 2,3 км З с. Подгорное, ур. Подгорновская балка, верхняя часть склона в нижней трети балки; Пл. 27 – там же, та же часть склона в средней части балки; Пл. 28 – там же, рядом с пл. 27. Респ. Мордовия: Пл. 29 – Торбеевский р-н, 1,5 км к В от д. Кажлодка; урочище Кажлодские склоны, верхняя часть склона, прогорание ветоши в год наблюдения и почти ежегодно; Пл. 30 – там же, то же воздействие, часть ветоши сохранилась; Пл. 31 – там же, то же воздействие; Пл. 32 – там же, то же воздействие; Пл. 33 – там же, прогорание ветоши не отмечено. Рязанская обл.: Пл. 34 – Милославский р-н, 1,7 км СВ д. Дивилки, урочище Синие Камни, верхняя часть склона, эродированный чернозём, прогорание ветоши не менее, чем за год до наблюдения; Пл. 35 – Милославский р-н, 0,6 км СВ д. Дивилки, урочище Дивилки, верхняя часть склона, каменистый эродированный чернозём; Пл. 36 – Кораблинский р-н, 0,5 км ССЗ с. Кипчаково, урочище Лесостепная балка Ковыльня, средняя часть склона, чернозём; Пл. 37 – Михайловский р-н, 1,4 км СЗ д. Лубянка, урочище Лубянское городище, верхняя треть внешнего склона древнего вала, эродированный чернозём; Пл. 38 – рядом с пл. 37, прогорание ветоши в год наблюдения. Тамбовская обл.: Пл. 39 – Тамбовский р-н, 2,7 км С пос. Вишнёвка, урочище Осиновый овраг, средняя часть склона; Пл. 40 – там же, нижняя часть склона.

Результаты и их обсуждение. В *таблице 2* представлены основные результаты исследования: для каждой площадки указана жизненная форма, преобладающая по числу относящихся к ней видов, жизненная форма вида-доминанта (иногда таких видов несколько) и экологические условия с указанием числа видов, по которым они определены.

На 34 исследованных площадках наибольшее видовое богатство демонстрируют корневищные виды, на 15 площадках они составляют более половины видов. Исключение составляют три площадки в урочище Лог Богатое и по одной площадке в урочищах Быкова Шея и Осиновый овраг, где больше видов стержнекорневых растений, а также одна из площадок в Подгорновской балке, где выявлено поровну корневищных и стержнекорневых видов. На 16 площадках в Белгородской, Курской, Липецкой, Орловской, Пензенской обл. и Мордовии виды-

доминанты относятся к дерновинным растениям. Корневищные растения входят в число доминантов на 21 площадке, стержнекорневые – на 5 площадках, кустарники на 4 площадках, ползучий поликарпик на одной площадке, два вида-монокарпика – ещё на одной площадке.

Таблица 2

Преобладающие жизненные формы (ж.ф.) растений и показатели экологических условий на площадках (см. обозначения ниже)

№ пл.	Преобладающие ж.ф.	Ж. ф. вида-доминанта	N	Tm	Kn	Om	Cr	Lc	Hd	Tr	Rc	Nt	Fh
1	**крн**	крн-дл	39	8,5	9,5	7,5	8,5	2,5	10	8	9	-5+	7
2	**крн**	дрн-рыхл	79	9	9,5	7,5	9	3	10	7	-9	5	-7
3	крн	крн-дл дрн-рыхл	85	9	9,5	7,5	9	3	-10	8	-10	-5+	-7
4	крн	дрн-пл	62	9,5	10	7,5	8,5	2	8,5	7,5	8	5	7
5	крн	полз	68	9	9,5	7,5	8,5	3	10+	7	9	5+	-7
6	крн	крн-дл	56	9,5	10	7,5	9	3	9,5	8	9	-5+	7
7	**крн**	стржн	59	9	9,5	7,5	8,5	3	9	7	9	5+	7
8	**крн**	крн-дл2 крн-кор стржн мон2	59	8,5	9,5	7,5	8,5	3	10	7	9,5	-5+	-7
9	крн	дрн-рыхл	87	9	9,5	7,5	8,5	3	9	7	9,5	-5+	7
10	**крн**	дрн-рыхл	87	-9,5	9,5	7,5	9	3	9	7	9	5	7
11	крн	крн-кор4 крн-дл дрн-пл2 стржн2	41	9,5	9,5	7,5	8,5	2	8,5	7,5	9	-5	7
12	стржн	дрн-пл	38	9,5	9,5	7,5	9	2	9,5	7,5	9	-5	7
13	стржн	дрн-пл	33	9	11	8	9	2	9,5	7,5	9	-5	6
14	стржн	крн-кор3 крн-дл дрн-пл	50	9,5	10	7,5	9	2	9,5	7,5	9	-5	7
15	крн	дрн-пл крн-дл	38	9	9,5	8	8,5	2	9	8	10	-5+	7
16	крн	крн-кор	27	-8	-11	8	8,5	3	10	7,5	-9	3,5	7
17	крн	крн-дл крн-кор стржн	55	-8	-11	8	8,5	3	10	7	-9	4+	7
18	стржн	кустарник	52	-9	-11	8	9	3	9,5	7	-9	-4	7
19	**крн**	дрн-пл	27	-8	-8	8	8,5	3	10	7	9	4,5	7
20	крн	крн-дл	32	-8	-9	8	8,5	3	10	7,5	9	4+	7
21	**крн**	крн-дл	31	9	9	7	9	3	10,5	7,5	9,5	5	7
22	**крн**	крн-дл	28	8,5	9	7	8,5	3	8	8	9	5	7
23	**крн**	крн-дл	29	9	9	7	9	3	10,5	8	9,5	5	7
24	**крн**	крн-дл	31	8	9,5	7,5	8,5	3	8	8	9	4+	7
25	**крн**	крн-дл	29	9	9,5	7	8,5	3	-9	8	-9	4	7
26	крн, стржн	дрн-пл дрн-рыхл	35	7	9,5	7,5	-8,5	3	7,5	8	7+	3,5	7
27	**крн**	кустарник	32	7	9,5	7,5	-8	3	7,5	7	7	3,5	7
28	крн	кустарник	37	8	10	7	8	2	-9	7,5	7+	3,5+	7
29	крн	дрн-рыхл	34	7	9,5	7,5	-8,5	3	9,5	7,5	8,5	4	7
30	**крн**	крн-дл	30	9	9	7,5	8,5	3	10,5	7	10	5	7
31	крн	дрн-рыхл	27	9	9,5	8	8,5	3	10,5	7	10	4	7
32	крн	дрн-рыхл	36	9	9,5	8	8,5	3	10	7	-10	4	7
33	**крн**	дрн-рыхл	33	9	9,5	8	8,5	3	10,5	7	-9,5	5	7
34	крн	крн-дл	48	9,5	9,5	7,5	9	3	9,5	7	-9	-5	-7
35	крн	стржн	37	8,5	9,5	7,5	8,5	3	9	7,5	9	3,5	7
36	крн	крн-кор	39	8,5	9	7,5	8,5	3	9,5	7,5	9	4,5+	7
37	крн	крн-дл	39	8	9	7,5	8,5	3	9	8	9,5	5	7
38	крн	крн-дл	20	8	10	7	8,5	2	9	8	9,5	4,5	7
39	**крн**	крн-дл	48	9,5	9,5	7,5	9	3	10	7	9,5	5+	-7
40	стржн	кустарник	45	9	10	7,5	8,5	3	9,5	8	-9,5	-5+	7

Обозначения в *таблице 2*. Жизненные формы (ж. ф.) [5, 20]: дрн-пл – плотнодерновинные; дрн-рыхл – рыхдодерновинные; крн – корневищные; крн-дл – длиннокорневищные; крн-кор – короткокорневищные; куст – кустарники и кустарнички; мон – монокарпики (двулетники); полз – ползучие; стржн – стержнекорневые. Цифрами обозначено число видов-доминантов соответствующей ж.ф., если их было несколько. Полужирным шрифтом указано абсолютное преобладание ж.ф. по числу видов. N – число видов на площадке, оцененных по шкале Д.Н. Цыганова [15]. Экологические шкалы [15]: Tm – термоклиматическая; Kn – континентальности климата; Om – аридности–гумидности; Cr – криоклиматическая; Lc – освещённости-затенения; Hd – увлажнения почв; Tr – солевого режима почв; Rc – кислотности почв; Nt – богатства почв азотом; fH – переменности увлажнения почв. Знаки «–» и «+» означают наличие на площадке видов, экологический диапазон которых находится, соответственно, слева или справа от интервала пересечения диапазонов большинства видов на площадке.

Полученные результаты подтверждают наблюдения об олуговении степных участков по всей широтной амплитуде лесостепной зоны, однако можно отметить некоторую тенденцию в нарастании этого процесса с юго-востока на северо-запад.

При оценке экологических условий на 40 площадках в 343 случаях из 400 выявлено пересечение экологических диапазонов всех видов, для которых известен соответствующий диапазон. В других случаях доля видов, экологический диапазон которых не попадает в интервал пересечения большинства диапазонов, не превышает 10%. Это говорит об относительной однородности условий на площадках.

Обсуждая полученные результаты, мы учитываем, что ступени экологических шкал представляют собой равнодистанционные (или условно близкие к таковым) ранговые показатели, в связи с чем некоторые арифметические действия с ними принципиально корректны. Однако к ним неприменима полноценная статистическая обработка параметрическими методами.

В *таблице 3* представлены экологические условия произрастания *I. aphylla* в сравнении с его известным экологическим диапазоном (в скобках указана амплитуда каждой из шкал) [15].

Таблица 3

Выявленные условия произрастания *I. aphylla* и его экологический диапазон

Экологические шкалы	Наблюдаемая амплитуда	Средние условия произрастания	Экологический диапазон [15]	Условно оптимальный режим
Tm	7-9,5	8,6	7-12 (17)	9,5
Kn	8-11	9,6	7-12 (15)	9,5
Om	7-8	7,6	5-9 (15)	7
Cr	8-9	8,6	7-11 (15)	9
Lc	2-3	2,8	1-5 (9)	3,0
Hd	7,5-10,5	9,4	4-13 (23)	8,5
Tr	7-8	7,5	7-14 (19)	10,5
Rc	7-10	9,1	– (13)	–
Nt	3,5-5	4,6	– (11)	–
fH	6-7	7,0	– (11)	–

Термоклиматические условия (Tm) на изученных площадках попадают в экологический диапазон *I. aphylla* от его нижнего предела (суббореальный климат, Пензенская обл. и Мордовия) до условно оптимального значения (климат, переходный между неморальным и неморально-субсредиземноморским, Белгородская, Курская, Орловская, Рязанская и Тамбовская обл.). При этом в пределах одного урочища разница термоклиматических условий может достигать двух единиц.

Континентальность климата (Kn) на площадках находится в средней части экологического диапазона *I. aphylla* от значений, соответствующих промежуточному между материковым и субматериковым климатом (Липецкая обл.), до значений, соответствующих субконтинентальному климату (Липецкая и Орловская обл.). Вся наблюдаемая амплитуда значений отмечена в маленьком урочище Быкова Шея.

Показатели засушливости климата (Om) находятся в пределах от условно оптимального субаридного климата (Московская, Пензенская и Рязанская обл.) до сбалансированного субаридного/субгумидного климата (Липецкая, Орловская обл. и Мордовия). В западной части района работ (Белгородская, Курская и Орловская обл.) на 13 площадках из 15 отмечен показатель Om 7,5, средний между указанными выше.

Показатели криоклиматической шкалы (Cr) попадают в среднюю часть экологического диапазона *I. aphylla* от значений, переходных между умеренными и мягкими зимами (Пензенская обл.), до условно оптимальных значений мягких зим (остальные исследованные регионы, кроме Мордовии).

Показатели шкалы освещённости-затенения (Lc) попадают в среднюю часть экологического диапазона *I. aphylla* от значений, переходных между открытыми и полуоткрытыми пространствами, до условно оптимальных значений полуоткрытых пространств. Все изученные урочища представляют собой безлесные участки, ярко освещаемые солнцем. По

нашему мнению, показатели шкалы Lc говорят о густоте и ярусности травяного сообщества, благодаря которым в нём находится место растениям, по-разному зависящим от освещённости.

Показатели шкалы увлажнения почв (Hd) попадают в среднюю часть экологического диапазона *I. aphylla* от значений, переходных между среднестепным и среднестепным/лугово-степным типами увлажнения (Пензенская обл.), до переходных между лугово-степным/сухолесолуговым и сухолесолуговым типами увлажнения (Московская обл. и Мордовия). На участках близ д. Александровка в долине р. Полосня (Московская обл.) варьирование по этому показателю составило 2,5 единицы.

Показатели шкалы солевого режима почв (Tr) находятся от нижнего предела экологического диапазона *I. aphylla* – довольно богатых почв (все исследованные регионы, кроме Московской и Орловской обл.) до переходных между довольно богатыми и богатыми почвами (все исследованные регионы, кроме Мордовии и Липецкой обл.), но не выходят за эти пределы. Это объясняет отсутствие корреляции между богатством почв и размером листьев *I. aphylla* и одновременно уточняет ранее полученные результаты [16] благодаря обработке данных по более надёжной методике.

Почвы на изученных площадках варьируют по кислотности (Rc) от слабокислых (в Подгорновской балке) до нейтральных/слабощелочных (остальные регионы), на 35 площадках из 40 почвы нейтральные или переходные от нейтральных к слабощелочным.

По содержанию азота (Nt) почвы на изученных площадках варьируют от переходных между очень бедными и очень бедными/бедными (одна из площадок в урочище Быкова Шея, площадки в Подгорновской балке и в урочище Дивилки) до бедных азотом почв (24 площадки из 40, в том числе все площадки в Белгородской, Курской, Орловской и Тамбовской обл., а также площадки в Московской, Рязанской обл. и Мордовии). Все эти значения находятся в нижней половине шкалы Nt. Полученный результат свидетельствует в пользу сделанных ранее выводов о наличии положительной корреляции между богатством почв азотом и размером листьев *I. aphylla* [16].

На 39 площадках из 40 отмечено слабо переменное увлажнение почв (fH). Данный фактор меньше остальных варьирует на исследованных территориях.

В *таблице 4* представлены средние и крайние значения показателей экологических шкал на площадках с видами-доминантами разных жизненных форм. Из неё следует, что различий между этими показателями на площадках с видами-доминантами разных жизненных форм в данном случае не выявлено.

Таблица 4

Экологические условия произрастания *I. aphylla* на площадках с видами-доминантами разных жизненных форм

Экологические шкалы	Жизненные формы видов–доминантов			
	Дерновинные	Корневищные	Стержнекорневые	Кустарники
Tm	8,7 (7-9,5)	8,7 (8-9,5)	8,8 (8,5-9,0)	8,3 (7-9)
Kn	9,5 (8-11)	9,5 (9-11)	9,5 (9,5)	10,1 (9,5-11)
Om	7,7 (7,5-8)	7,5 (7-8)	7,5 (7,5)	7,5 (7-8)
Cr	8,7 (8,5-9)	8,7 (8,5-9)	8,5 (8,5)	8,4 (8-9)
Lc	2,7 (2-3)	2,8 (2-3)	3,0 (3)	2,8 (2-3)
Hd	9,4 (7,5-10,5)	9,6 (8,5-10,5)	9,0 (9)	8,9 (7,5-9,5)
Tr	7,3 (7-8)	7,6 (7-8)	7,3 (7-7,5)	7,4 (7-8)
Rc	9,0 (7-10)	9,2 (9-10)	9,0 (9)	8,1 (7-9,5)
Nt	4,6 (3,5-5)	4,7 (3,5-5)	4,3 (3,5-5)	4,0 (3,5-5)
fH	6,9 (6-7)	7,0 (7)	7,0 (7)	7,0 (7)

Несколько видов неоднократно отмечены на участках с условиями вне их известного экологического диапазона [15]: *Anthyllis vulneraria* L. (шкалы Tm и Kn), *Carex supina* Wahlenb. (шкала Cr), *Dianthus andrzejowskianus* (Zapał.) Kulcz. (шкала Hd), *Genista tinctoria* L. (шкала Rc), *Veronica chamaedrys* L. (шкала fH), *Potentilla argentea* L., *Gypsophila altissima* L., *Ballota nigra* L., *Verbascum lychnitis* L., *Carduus acanthoides* L. и *Artemisia vulgaris* L. (шкала Nt). Возможно, что на фоне бедности почв азотом возрастает неоднородность показателя Nt из-за мозаичности распределения источников подвижных соединений азота – растений, животных и микроорганизмов, их остатков и дериватов.

Заключение. Исследование показало относительную однородность экологических условий произрастания *I. aphylla*, попадающих в ранее известные экологические диапазоны этого вида. Создана основа для установления его экологических диапазонов по шкалам кислотности почв, богатства почв азотом и переменности увлажнения почв. Подлежат уточнению экологические диапазоны ряда видов, часто оказывающихся вне интервала перекрытия большинства диапазонов.

Варьирование условий произрастания *I. aphylla* в пределах одного урочища бывает сравнимо с таковым в пределах европейского сектора лесостепной зоны, что говорит о значении местных факторов в формировании этих условий. При этом пока не отмечено связи между экологическими условиями произрастания растений и преобладанием тех или иных жизненных форм в растительном сообществе.

Подтверждены ранее сделанные наблюдения о большем варьировании эдафических условий по сравнению с микроклиматическими и о бедности почв соединениями азота на всех площадках. Выявлена тенденция усиления олуговения степных участков в направлении с юго-востока на северо-запад, что примерно соответствует вектору смягчения макроклиматических условий [12, 13]. Важной методической задачей становится разработка корректного применения геоботанических описаний по системе Ж. Браун-Бланке [21] для количественной оценки участия растений разных жизненных форм в функционировании растительного сообщества.

Авторы искренне благодарны доктору биологических наук, профессору М.В. Казаковой за многолетнее руководство работами в данном направлении.

Работа выполнена в рамках плана научных исследований Лаборатории геохимии ландшафтов Института естественных наук ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина» и темы № FMWS-2024-0007 Государственного задания ФГБУН «Институт географии Российской академии наук».

Список литературы

1. Description of vegetation plots with *Iris aphylla* L. in European Russia / Sobolev N.A., Kazakova M.V., Kugusheva A.S., Averinova E.A., Ageeva A.M., Belonovskaya E.A., Borisova L.E., Dorofeeva P.A., Fandeeva O.I., Filatova T.D. et al. Institute of Geography, Russian Academy of Sciences. Samplingevent dataset. Version 1.6. 2023. DOI: 10.15468/hw7dhs.

2. Казакова М.В., Соболев Н.А., Кугушева А.С. Ареал *Iris aphylla* (Iridaceae): материалы к изучению видов общеевропейского уровня охраны // Ботанический журнал. 2019. Т. 104. № 1. С. 124-146.

3. Казакова М.В., Золотухин Н.И., Полуянов А.В., Кугушева А.С. К эколого-ценотической характеристике местообитаний *Iris aphylla* L. на Среднерусской возвышенности // Степи Северной Евразии: материалы VII междунар. симпозиума / Под. науч. ред. чл.-корр. РАН А.А. Чибилёва. Оренбург: ИС УрО РАН, Печатный дом «Димур», 2015. С. 383-386.

4. Казакова М.В., Кугушева А.С., Соболев Н.А. *Iris aphylla* L. как индикатор ценных лесостепных территорий Русской равнины // Вопросы степеведения. Вып. XV. Оренбург: ИС УрО РАН, 2019. С. 130-133.

5. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. М.: Высшая школа, 1962. 377 с.

6. Казакова М.В., Кугушева А.С., Соболев Н.А. Жизненные формы растений в местах произрастания *Iris aphylla* // Растительное разнообразие: состояние, тренды, концепция сохранения: Тез. докл. Всерос. конф. с участием иностранных учёных (Новосибирск, 30 сентября – 3 октября 2020 г.). Новосибирск: Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, 2020. С. 67.

7. Кугушева А.С., Соболев Н.А., Солнышкина Е.Н. Спектр жизненных форм сосудистых растений в природных сообществах с участием *Iris aphylla* L. на территории Ямской степи в заповеднике «Белогорье» // Современное состояние и перспективы сохранения биоресурсов: глобальные и региональные процессы. Материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Майкоп, 15 декабря 2021 г.). Майкоп: Изд-во Магарин О.Г., 2021. С. 78-85.

8. Kugusheva A., Kazakova M., Sobolev N. Biomorphs of plants in habitats of *Iris aphylla* // European Vegetation Survey. 29th Conference of European Vegetation Survey: Revegetating Europe. 6-7 September 2021. Abstracts. P. 42.

9. Растительность Европейской части СССР / С.А. Грибова, Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко. Л.: Наука, 1980. 429 с.

10. Залесский К.М. Залежная и пастбищная растительность Донской области. Ростов-на-Дону, 1918. 80 с.

11. Филатова Т.Д. Восстановительная динамика восточноевропейских луговых степей (на примере Центрально-Чернозёмного биосферного заповедника им. проф. В.В. Алёхина): Автореф. дисс. … канд. геогр. наук. М., 2005. 28 с.

12. Черенкова Е.А. Количественные оценки атмосферных засух в федеральных округах европейской территории России // Известия РАН. Серия географическая. 2013. № 6. С. 76-85.

13. Золотокрылин А.Н., Титкова Т.Б., Черенкова Е.А. Характеристика весенне-летних засух в сухие и влажные периоды на юге Европейской России // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 4 (85). С. 76-83.

14. Кугушева А.С., Казакова М.В., Соболев Н.А. Географическая изменчивость *Iris aphylla* L. и экологических условий его произрастания в Европейской части России // Степи Северной Евразии: материалы VIII междунар. симпоз. / под науч. ред. академика РАН А.А. Чибилёва. Оренбург: ИС УрО РАН, 2018. С. 524-527.

15. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 196 с.

16. Соболев Н.А., Кугушева А.С. Предварительное изучение экологических условий в местах произрастания касатика безлистного // Научные чтения памяти профессора Б.М. Козо-Полянского – 2024 (LXVI) / отв. ред. В.А. Агафонов. Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2024. С. 146-152.

17. Зубкова Е.В., Ханина Л.Г., Грохлина Т.И., Дорогова Ю.А. Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы *EcoScaleWin*: учебное пособие / Мар. гос. ун-т, Пущинский гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2008. 96 с.

18. Ковыли и ковыльные степи Белгородской; Курской; Орловской областей: кадастр сведений; вопросы охраны / Н.И. Золотухин, А.В. Полуянов, Л.Л. Киселёва, И.Б. Золотухина, О.М. Пригоряну, О.В. Рыжков, Т.Д. Филатова, П.А. Дорофеева, О.И. Фандеева, О.П. Власова, Н.В. Вышегородских. Курск, 2015. 487 с.

19. Аверинова Е.А., Казакова М.В., Кугушева А.С., Соболев Н.А. Растительность памятника природы «Урочище Кузилинка» и его окрестностей (Орловская область) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2021. Т. 21. Вып. 4. С. 434-449.

20. Жмылёв П.Ю., Алексеев Ю.Е., Морозова О.В. Биоморфологическое разнообразие растений Московской области: монография. Дубна: Гос. ун-т «Дубна», 2017. 325 с.

21. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde. 3rd Edition. Berlin: Springer-Verlag, 1964. 631 p.

УДК 550.462
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-636-640

ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ И ТРАНСГРАНИЧНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ ПРИ ОПУСТЫНИВАНИИ ЮГА РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

GEOCHEMICAL INFLUENCE OF LOCAL AND TRANSBOUNDARY AEROSOLS DURING DESERTIFICATION IN THE SOUTH OF RUSSIA AND SURROUNDING TERRITORIES

Кудерина Т.М.
Kuderina T.M.

Институт географии РАН, Москва, Россия
Institute of Geography RAS, Moscow, Russia

E-mail: kuderina@igras.ru

Аннотация. Многолетний мониторинг геохимического состава приземных аэрозолей в степных лесостепных ландшафтах юга ЕТР позволил выявить закономерности дифференциации химических элементов в приземной атмосфере. Усиление процессов опустынивания приводит к увеличению запыления атмосферы, которое оказывает заметное влияние на деградацию этих ландшафтов. Годовая динамика массового содержания аэрозолей показывает, что конвективный вынос идет при максимальных температурах воздуха, а максимальные содержание в весенний и осенний периоды связаны с проводимыми сельскохозяйственными работами. Повышенные концентрации химических элементов в приземной атмосфере природных ландшафтов указывают на усиление локальной эмиссии аэрозолей с иссушенных поверхностей. Увеличении трансграничного переноса вещества наблюдается при вторжении воздушных масс западных и южных направлений, при которых фиксируется загрязнение тяжелыми металлами.

Ключевые слова: атмосферные аэрозоли, геохимический состав, природные и антропогенные ландшафты.

Abstract. Long-term monitoring of the geochemical composition of surface aerosols in the steppe forest-steppe landscapes of the south of the ETR makes it possible to identify patterns of differentiation of chemical elements in the surface atmosphere. The intensification of desertification processes leads to an increase in atmospheric dust, which has a noticeable effect on the degradation of these landscapes. The annual dynamics of the aerosol mass content shows that convective removal occurs at maximum air temperatures, and the maximum content in the spring and autumn periods is associated with ongoing agricultural work. Increased concentrations of chemical elements in the surface atmosphere of natural landscapes indicate an increase in local aerosol emissions from dried surfaces. An increase in transboundary transport of substances is observed with the intrusion of air masses from western and southern directions, in which heavy metal pollution is recorded.

Key words: atmospheric aerosols, geochemical composition, natural and anthropogenic landscapes.

Введение. Современные изменения климата активно влияют на ландшафты России. Особенно сильно это проявляется в переходных природных зонах. На юге России от повышения температур и уменьшения осадков страдают степные и лесостепные ландшафты. В России степные и лесостепные ландшафты занимают около 1926 тыс. км^2, что составляет около 11% территории страны. Практически более 80% этой территории были подвержены площадному сельскохозяйственному освоению [1]. В настоящее время происходит изменение структуры землепользования, которое оказывает значительное воздействие на формирование природных и антропогенных ландшафтов. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием (КБО) предлагает использовать концепцию нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) [2], где основной задачей является поиск региональных индикаторов устойчивого землепользования. В степной и лесостепной зоне таким динамичным региональным индикатором могут выступать приземные аэрозоли.

Методология. В семиаридных геосистемах основная лимитирующая роль отводится атмосферным процессам, приводящим к опустыниванию. Длительное повышение температур воздуха вызывает иссушение поверхности почв и грунтов, деградацию растительности, геохимическое и геофизическое выветривание, сопровождающееся эмиссией вещества в атмосферу. Увеличение градиента температур в компонентах ландшафтов приводит к усилению приземных ветров и ветровой эрозии и эоловому выносу значительных масс материала на

сопредельные территории. В то же время площадная распашка и техногенез приводят к формированию обширных площадей разной степени деградации, которые также подвержены опустыниванию.

Для определения современного состояния ландшафтов использовался ландшафтно-геохимический подход [3]. Результаты геохимической оценки самых динамичных компонентов ландшафтов – приземных аэрозолей – позволят сделать прогноз их функционирования. Одним из подходов к оптимизации природопользования является геохимическое моделирование на основе актуального мониторинга, где в основе лежит функционирование природных ландшафтов с наложенным антропогенным влиянием и трансграничным воздействием.

Природная модель в нашем исследовании опиралась на определение геохимического состава аэрозолей как самого динамичного компонента ландшафта.

Антропогенная модель выявляла площади залежных и пахотных земель, которые приводят к запылению атмосферы. При обширных незащищенных территориях в отсутствии лесополос и оптимальной агротехнике происходит вынос плодородного слоя при локальном и дальнем переносе. Также сюда включается определение загрязнения при влиянии техногенных объектов.

Трансграничный перенос в современных условиях начинает играть ведущую роль при переносе запыления из зон опустынивания и антропогенном загрязнении территории. В последние годы увеличились прямые вторжения воздушных масс с последствиями пыльных бурь. Наблюдается влияние атмосферных осадков и твердых выпадений проходящих воздушных масс, сформированных над антропогенными источниками загрязнения атмосферы.

Оптимизация природопользования, опирающаяся на ландшафтно-геохимический подход, позволяет выбирать наиболее приемлемые для каждого конкретного ландшафта типы землепользования или рекультивации деградированных земель. При этом должны быть минимизированы источники выноса вещества в атмосферу.

Ландшафтно-геохимические исследования в субгумидной зоне ЕТР проводились в автономных ландшафтах с контролем наземных метеопараметров при установлении максимальных температур воздуха в июле-августе. При полевых измерениях аэрозолей использовалась методика определения массового содержания микроэлементов в атмосферных аэрозолях, отбор проб осуществлялся мобильным полевым аэрозольным комплексом на фильтры АФА-ХА-20 с последующим определением химического состава аэрозоля методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES).

Особое внимание уделялось химическим элементам глобального распространения и тяжелым металлам [4]. Геохимический анализ опирался на расчет коэффициентов аэрозольной концентрации (Как = содержание элемента в пробе аэрозолей/кларк земной коры) [5].

Результаты исследований. Экспериментальные геохимические исследования приземных аэрозолей юга европейской территории России (ЕТР) проводились многие годы в лесостепной и степной зонах в природных и подверженных антропогенному влиянию ландшафтах [6, 7]. Многолетние измерения среднесуточной концентрации приземных аэрозолей показывают высокую изменчивость, зависящую от общего состояния атмосферы над территориями стационарных точек наблюдения в сухостепной Калмыкии и степной Волгоградской области в летний период *(таблица 1)*.

Результаты аэрозольного мониторинга показывают тенденцию к увеличению концентрации аэрозоля, нарушенную максимумами в засушливые 2010-2014 гг. Большой разброс показателей связан с неустойчивостью атмосферы при мозаичности ландшафтов. Однако можно принять как фоновые средние массовые концентрации аэрозолей для степной зоны ЕТР – 34 мкг/м^3 и сухостепной зоны Калмыкии - 125 мкг/м^3 для дальнейших исследований антропогенного влияния и трансграничного переноса.

В целом, элементный состав приземных аэрозолей на этих стационарах выявил невысокие концентрации основных элементов при спокойной атмосфере и повышенные концентрации серы и селена. Значительное превышение концентраций тяжелых металлов наблюдалось в отдельные годы для кадмия, ртути, висмута, теллура, а также в меньшей степени меди, ртути, мышьяка и сурьмы. Синоптическая обстановка и расчет обратных траекторий воздушных масс позволил оценить это загрязнение, связанное как с антропогенными региональными источниками, так и с трансграничным переносом.

Годовой аэрозольный мониторинг на вышке наблюдения на высоте 30 м представлен в *таблице 2* и показывает, что в теплый период года заметной влияние на состояние приземной атмосферы оказывает весенняя распашка территории и активная уборка урожая.

Таблица 1

Многолетняя изменчивость среднесуточной концентрации приземных аэрозолей в Калмыкии и Волгоградской области

Точка наблюдений	Год	Мкг/м^3
Калмыкия	2007	74
	2009	36
	2011	346
	2013	85
	2014	198
	2016	58
	2020	86
	2021	114
Волгоградская область	2012	43
	2017	31
	2018	25
	2019	34
	2020	22
	2021	47

Таблица 2

Коэффициенты аэрозольной концентрации химических элементов глобального значения на ключевых точках наблюдения на юге ЕТР

Химический элемент	Вышка 30 м в Курске				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
P		1,51	1,03	2,10	4,02
S	**37,86**	**13,91**	**19,14**	**80,27**	**54,16**
Li					1,42
Ca				1,51	2,03
Cs					1,99
U					1,22

Геохимический анализ приземных аэрозолей в ключевых точках наблюдения в степной и лесостепной зонах ЕТР представлен в *таблице 3*. Отбор проб осуществлялся вкрест простирания юга ЕТР – от северного склона Кавказа до лесостепной зоны и от западной части до юга Урала.

Полученные расчеты показывают, что в предгорьях ЕТР в аэрозолях преобладают литогенные элементы. Максимальные концентрации этих химических элементов наблюдаются в приземном слое на Стрижаменте и южном Приуралье из-за увеличения поверхностного выветривания горного ландшафта. Особо хочется отметить, что повышение концентрации многих элементов связано с переносом воздушных масс с иссушенных окружающих равнин, где заметное влияние оказывают как дальние источники эмиссии, так и окружающие агро- и техногенные территории.

Трансграничный перенос загрязнения наблюдается на всей территории исследования при вторжении воздушных масс. Техногенное влияние на ключевые точки наблюдений обычно маркируют мышьяк и тяжелые металлы. Так на вышке Центрально-черноземного заповедника измеренный приземные аэрозоли были обогащены свинцом, вольфрамом, ртутью и кадмием в весенний период, а молибденом – в осенний. На Стрижаменте увеличение концентрации техногенных элементов наблюдалось при западных направлениях ветра. В Оренбургской области в приземных аэрозолях превышения концентрации имели ванадий, хром, никель и медь.

Таблица 3

Коэффициенты аэрозольной концентрации ($КК_a$) химических элементов глобального распространения на пунктах наблюдений юга ЕТР

Элемент	КВНС	Стрижамент	Камышевка	Кучугуры	ЦНС	Богдо	Корсакбаш	КБС	Кармалей	Претория
	Степи							Лесостепь		
B		3,7	1,6	1,2		**60**	**45**		**13**	
Al		1	1			2,6	2,3			1,6
P	1,9	4	3	2	1,6	13	15	1	4	12
S	**104**	**137**	**69**	**63**	**42**	**392**	**454**	**19**	**125**	**539**
Li		2,5	2	1,2		4,4	3,7			2,6
Mg		1,2	1			3,2	3,5			3,4
K		2,6	1,2			4,8	2,4			2,8
Ca	2,2	3, 6	1,6	1,5		5,6	5		1,6	4,7
Rb		1,2				2	2			2
Sr	1,3	1,4				3,2	2			2
Cs	1,4	3,4	2,5	1,5		5,7	8			7,6
Ba		1				3,5	2,4			4,1

Заключение. Усиления процессов опустынивания и деградации земель приводит к атмосферному загрязнению как природными компонентами, так и опасными веществами. Увеличение запыления усиливает опасные метеорологические процессы (образование ливневых осадков, загрязнение природных ландшафтов и др.). Необходимо проводить актуальный геохимический и геофизический мониторинг локальных и трансграничных аэрозолей с определением их количества и химического состава.

Для экологической оптимизации антропогенных ландшафтов и устойчивого развития субгумидных регионов в условиях современных изменений и вызовов необходим оптимальный выбор видов природопользования. Например, для животноводства проводить выбор видов сельскохозяйственных животных, не нарушающих почвенный и растительный покров (степные бараны и бычки, кони, верблюды). Для пашни использовать только сильно выположенные долинные ландшафты с мощной лесозащитой (кустарничковый пояс) или оазисное земледелие с использованием капельного полива. Для устойчивого развития территории поддерживать садоводство по поймам рек, способствующее сохранению ландшафтов. В целом, необходимо провести актуальное зонирование ландшафтов по степени устойчивости к деградации и предложения оптимальных методов землепользования.

Полученные результаты могут быть использованы для экологической оценки состояния природных и антропогенных ландшафтов юга России.

Работа выполнена по государственному заданию ИГ РАН «Биотические, географо-гидрологические и ландшафтные оценки окружающей среды для создания основ рационального природопользования» FMWS-2024-0007 (1021051703468-8).

Список литературы

1. Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года / Распоряжение Правительства РФ от 02 февраля 2015 г.

2. Kust German, Andreeva Olga, Cowie Annette. Land degradation neutrality: Concept development, practical applications and assessment // Journal of Environmental Management. 2017. Vol. 195. No 1. P. 16–24. http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.043.

3. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астрея, 2000, 1999. 610 с.

4. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник: в 6 кн. М.: Недра, 1994. Кн. 2: Главные p-элементы. 303 с.

5. Добровольский В.В. Биогеохимия мировой суши / Избр. труды. Т. III. М.: Научный мир, 2009. 440 с.

6. Губанова Д.П., Чхетиани О.Г., Кудерина Т.М., Иорданский М.А., Обвинцев Ю.И., Артамонова М.С. Экспериментальные исследования аэрозолей в атмосфере семиаридных ландшафтов Калмыкии. 1. Микрофизические параметры и массовая концентрация аэрозольных частиц // Геофизические процессы и биосфера. 2018. Т. 17. № 1. С. 5-29. DOI: 10.21455/GPB2018.1-1.

7. Губанова Д.П., Чхетиани О.Г., Кудерина Т.М., Иорданский М.А., Максименков Л.О., Артамонова М.С. Многолетняя изменчивость состава приземного аэрозоля в опустыненных и засушливых зонах юга России // Оптика атмосферы и океана, 2022. Т. 35. № 6. С. 680-690. DOI: 10.15372/AOO202206.

УДК 581. 526 (571.6)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-641-646

ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ОСТЕПНЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ХИНГАНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

STEPPED PHYTOCENOSES KHINGAN RESERVE AND THEIR RECOVERY

Кудрин С.Г.
Kudrin S.G.

Хинганский государственный природный заповедник, пос. Архара, Амурская область, Россия
Khingan State Nature Reserve, Arkhara, Amur Region, Russia

E-mail: Kudrin@Khingan.ru

Аннотация. Исторические, экологические и антропогенные составляющие формирования природных ландшафтов травяной растительности рассмотрены на примере Хинганского заповедника. Флуктуационные процессы наблюдались на заложенных постоянныхтравяных пробных площадях. Описаны методы охраны территории заповедника и степень нарушенности травяных фитоценозов. Частичное устранение пожаров на территории заповедника влечет за собой проблему сохранения пожарозависимых фитоценозов. Наиболее уязвимы из них остепненные луга. Сутью метода является восстановление исчезнувших травяных участков и реконструкция зарастающих древесно-кустарниковой растительностью. Предлагается концепция, предусматривающая сохранение и восстановление биогеоценозов, сформировавшихся до введения режима заповедности на этой территории, контролируемыми палами. Она соответствует дифференциальному методу охраны заповедных территорий или поддержанию преднамеренного неустойчивого состояния.

Ключевые слова: Хинганский заповедник, растительность, остепненные фитоценозы, пожар, контролируемые палы.

Abstract. Historical, ecological and anthropogenic components of the formation of natural landscapes of grass vegetation are considered on the example of the Khingan Reserve. Fluctuation processes were observed on laid down 12 permanent plots established in 1988. The methods of protection of the reserve territory and the degree of disturbance of herbal phytocenoses are described. Partial elimination of fires on the territory of the reserve entails the problem of preserving fire-dependent phytocenoses. The most vulnerable of the are the stepped meadows. The essence of the method is the restoration of extinct grassy areas and the reconstruction of phytocenoses overgrown with woody species. A concept is proposed that provides for the preservation and restoration of biogeocenoses formed before the introduction of the reserve regime in this territory, controlled by the forests. It corresponds to a differential method of protecting protected areas or maintaining a deliberate unstable state.

Key words: Khingan Reserve, vegetation, stepped phytocenoses, fire, controlled fires.

Введение. Исторические, экологические и антропогенные составляющие формирования природных ландшафтов травяной растительности рассмотрим на приме Федерального государственного бюджетного учреждения «Хинганский государственный природный заповедник» (ФГБУ ХГПЗ). Заповедник расположен на крайнем юго-востоке Амурской области. Занимает нижнюю часть междуречья рек Бурея и Хинган, юго-западные предгорья хребта Малый Хинган. Организован Хинганский заповедник 3 октября 1963 г., на площади 58,9 тыс. гектаров, для сохранения и комплексного изучения эталонных биогеоценозов Среднего Приамурья. Его территория впервые значительно увеличилась в 1978 г. В то время участок нижнего междуречья рек Бурея и Архара, площадью 20,5 тыс. га, обрел заповедный статус и стал отдельным Антоновским лесничеством (АЛ). Вторично, в 1982 г., к Лебединскому лесничеству (ЛЛ) присоединен участок охранной зоны (ОЗ ЛЛ), междуречье нижнего течения рек Урил и Грязная. Площадью 16,4 тыс. га. На севере он граничил с Хинганским лесничеством (ХЛ) по «Царской дороге», на юге с обрабатываемыми землями колхоза «Амур». На востоке граничил с ЛЛ по р. Грязная, а на западе граница заповедника прошла по р. Урил. Были и незначительные присоединения и выделения территории заповедника. Отдавать приходилось больше, чем приобретать. Современная площадь заповедника – 97,1 тыс. га. По данным последнего лесоустройства заповедника около 42,9 тыс. га занимают леса, 53,7 тыс. га – луга и болота, 505 га – различные водоемы, в основном, старичного происхождения. Почти по всему периметру границ, созданы охранные зоны шириной от 1 (в АЛ) и до 10 км (в ХЛ), общей площадью 26,5 тыс. га. Дополнительно находятся в подчинении и примыкают территориально к ХГПЗ

орнитологический заказник «Ганукан», площадью 64 тыс. га и ботанический памятник природы «Лотос Комарова» – 126 га, с ОЗ в 3054 га. В удалении от заповедника находится Хингано-Архаринский федеральный заказник, площадью 48,8 тыс. га, расположенный в среднем течении р. Архара.

Материалы и методы. С момента организации заповедника устранены сельскохозяйственные и лесохозяйственные антропогенные воздействия и, частично, антропогенные пожары. Практика управления заповедником подтверждает, что возможность полностью исключить пожары, приходящие с сопредельной территории, отсутствует. Имеющиеся лесные массивы удается в большей мере сохранять от пожаров, чем травяные сообщества. Последний фактор способствует частичному сохранению открытых пространств территории заповедника.

Антропогенные пожары, отмечались и до освоения Амурского края, последние всегда здесь имели место. В подтверждение вышесказанного приведем цитату Александра Мичи из книги «Путешествие по Амуру и Восточной Сибири» [1, с. 250]. «Когда стаял снег, и береговые равнины отчасти высохли, вершины Бурейских гор ежедневно покрывались легким дымом. В это время бирары нарочно зажигают во многих местностях высокую, сухую траву, отчасти для того, чтобы беспрепятственно заняться охотой, а отчасти для того, чтобы привлечь дичь в надлежащее место, где роскошно начинает расти трава, после выжигания старой. Скрываясь в засаде, они стреляют по пасущимся животным. Эти весенние пожары береговых равнин северного Амура имеют более величественный характер, нежели в возвышенных степях Даурии». В последнем предложении автор отмечает, что в Приамурье пожары имеют большую силу, так как травостой фитоценозов Зейско-Буреинской равнины большей частью гуще и выше забайкальских. Много позже, в 1919 году, в книге «Описание Амурской области» [2, с. 38] о пожарах пишется так: «Но зато повсеместно применяются палы, то есть весеннее выжигание травы. Палы уничтожают старые стебли и листья и тем облегчают прорастание новой травы, кроме того, без них покосы одолели бы кустарники и древесные заросли, затрудняющие сенокошение».

Влияние пирогенного фактора на растительность нижнего междуречья рек Бурея и Хинган отмечалось и в обозримом прошлом (с XVI по XXI вв.). Были периоды увеличения антропогенного пресса и его уменьшения. Например, в XVI в. дючерское и даурское население проживало оседло по Среднему Амуру и р. Зея и занималось земледелием. С середины 50-х гг. XVII в. они переселились в глубинные районы Маньчжурии, в бассейн р. Нонни. Примерно с 1689 по 1854 гг. здесь отсутствовало и русское население [3]. На Зейско-Буреинской равнине, в период уменьшения населения, отмечалось восстановление лесной растительности. О чем свидетельствуют данные первых покорителей Амурского края: Е.П. Хабарова, В. Пояркова и др., затем и исследователей: Р.К. Маака, Г.И. Радде, Ф.Б. Шмидта, П.П. Глена, К.И. Максимовича, С.И. Коржинского. Многие отмечали, что за р. Бурея до входа Амура в Хинганский створ уже встречается лес [1, 4-6]. Сходный пейзаж должен наблюдать и современный путешественник по р. Амур от г. Благовещенска до с. Пашково. Пожары и освоение территории за последние полтора века не изменили или мало изменили внешний облик растительности нижнего междуречья рек Бурея и Хинган. Даже в расцвет освоения целинных земель в 60-80 годах, в том числе и с помощью мелиорации, оставались участки лугов и болот, которые использовались в качестве пастбищ, сенокосов или не использовались вовсе. В настоящее время мелиоративные работы не ведутся более 30 лет. Часть полей Антоновской, Черниговской и Новосергеевской мелиоративных систем не используются. Идет процесс восстановления лесной растительности. По прошествии 20-30 лет заметно внедрение древесных видов из родов: *Salix* L., *Populus* L., *Betula* L., *Ulmus* L., *Corylus* L. Примером восстановления лесной растительности является простейшая мелиоративная система у северной границы АЛ, созданная 20-х годах прошлого века по р. Улётка и заброшенная в 60-х годах.

Влияние пожаров на охраняемые природные комплексы и, особенно на травяные фитоценозы – актуальная и трудная проблема заповедного дела. В Хинганском заповеднике, пожарная тематика с влиянием на травяную растительность, изучается с конца 80-х годов XX века. Она обсуждалась в работах: М. Х. Ахтямов [7, 8], М. Х. Ахтямов, А. А. Бабурин [9] и автора [10-13].

Рассматривая вопросы вмешательства или не вмешательства в процессы жизни охраняемых на территории заповедника сообществ, нужно отметить, что в природе все находится в состоянии развития, изменчивости. Приостановить эти процессы мы не в состоянии

ни в целом, ни в отношении каких-либо отдельных объектов. Поэтому, выше перечисленные вопросы могут формулироваться как не о сохранении в неизменном состоянии, а о поддержании того или иного направления и скорости изменчивости или эволюции.

В процессе наблюдения за растительностью проводилось описание фитоценозов территории заповедника, охранной зоны и ближайших окрестностей. Полученные данные сравнивались с материалами лесоустройства. Флуктуационные процессы наблюдались на заложенных в 1988 г. 12 постоянных пробных площадях.

Результаты исследований и их обсуждение. Пирогенный фактор, и в настоящее время, определяет состояние фитоценозов открытых пространств заповедника. На площадях, где он устранен несколько лет подряд или проходил при благоприятных для древесной растительности условиях, например, очень раннее, когда в лесу и кустарниках лежит снег, его прохождение или горение в ночное и утреннее время, наблюдается восстановление древесных видов растений. О частоте пожаров с 1987 по 2004 гг. можно судить по данным *таблицы 1*.

Таблица 1

Даты прогорания постоянных пробных площадей № 1-12

№ п. п	Год наблюдения. Фитоценоз и лесничество	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1	Разнотравный сухой луг. АЛ.	26. 04				09. 04					15. 04			20. 06	02. 11			07. 04	
2	Осоковыйсырой луг. АЛ	26. 04				09. 04					15. 04	07. 04		20. 06	02. 11		21. 03	07. 04	16. 10
3	Разнотравный луг. АЛ.	26. 04				09. 04					15. 04	07. 04		20. 06	02. 11		21. 03	07. 04	16. 10
4	Осоковый сырой луг. АЛ	26. 04				09. 04					15. 04	07. 04		20. 06	02. 11		21. 03	07. 04	16. 10
5	Вейниково-разнотравный влажный луг. АЛ.	26. 04				09. 04					15. 04	07. 04		20. 06	02. 11		21. 03	07. 04	16. 10
6.	Вейниковый сырой луг. ОЗ. АЛ.	26. 04			05. 05			20. 04	20. 04	01. 05	15. 04	07. 04	16. 04	20. 06	02. 11		21. 03	07. 04	01. 04 16. 10
7	Разнотравный луг. ОЗ. АЛ.	26. 04				09. 04				01. 05	15. 04	07. 04	16. 04	20. 06	02. 11		21. 03	07. 04	01. 04 16. 10
8	Разнотравный луг используемой территории	26. 04			05. 05						15. 04	07. 04	16. 04	20. 06	02. 11		21. 03	07. 04	01. 04 16. 10
9	Разнотравный луг. ХЛ.			20. 06	09. 05	01. 04		16. 04	07. 04		18. 04		23. 04	23. 04	07. 05 17. 10			21. 04	10. 10
10	Вейниковый влажный луг. ХЛ.			20. 06	09. 05	01. 04		16. 04			18. 04			23. 04	07. 05 17. 10		16. 03	21. 04	10. 10
11	Красодневово-разнотравный луг. ХЛ.			20. 06		01. 04		16. 04	07. 04		18. 04			23. 04	07. 05 17. 10			21. 04	10. 10
12	Осоковый сырой луг. ХЛ.			20. 06		01. 04		16. 04	07. 04		18. 04		23. 04	23. 04	07. 05 17. 10			21. 04	10. 10

Наиболее продолжительный период без пожаров зафиксирован в районе пробной площади № 8, расположенной на используемой территории – 5 лет. На территории заповедника этот срок меньше на один год. Восемь лет подряд горела растительность пробной площади в ОЗ АЛ. На территории заповедника эта цифра не превышает четырех лет. С 1987 по 1998 гг. АЛ горело реже, с 1999 по 2004 гг. почти ежегодно. В 2000 г. пробные площади в ХЛ успели прогореть дважды: весной и осенью, а в ОЗ АЛ и на используемой территории, так же дважды

прогорели в 2004 г. Последние пять лет, рассматриваемого периода, заметна тенденция увеличения частоты прогораемости территории заповедника, ОЗ и сопредельной территории. За прошедшие 19 лет пожарная обстановка мало изменилась, а наступление леса на травяные фитоценозы продолжается.

Травяная растительность заповедника представлена лугами и болотами. Наиболее разнообразны и занимают большую часть открытых пространств заповедника луговые фитоценозы, которые подразделяются в нашем исследовании на остепненные, настоящие, влажные и сырые луга. На Зейско-Буреинской равнине и территории заповедника луговые фитоценозы исследованы в работе Г.Д. Дыминой [14], луга заповедника – М.Х. Ахтямовым [8], при их описании обоими авторами использовалась флористическая классификация.

Луговые сообщества в целом, в том числе и исследуемой территории большей частью антропогенного происхождения. Обычно их образование происходило следующими способами: истреблением леса и осушением болот. В обоих случаях, для достижения положительных результатов, применялся и огневой способ. Сохранению и увеличению лугов способствовало всеобщее убеждение местного населения в необходимости и полезности пожаров. Освободившиеся лесные и болотные площади или распахивались, или использовались как сенокосные и пастбищные угодья. Убеждение необходимости и полезности пожаров, в среде местного населения, сохранилось, как это ни странно, почти до настоящего времени.

Остепненные группировки всего нижнего междуречья рр. Бурея и Хинган и в заповеднике встречаются редко и занимают обычное для них, в условиях крайнего юго-востока Амурской области, местообитание – южные склоны пойменных и надпойменных террас и гор, сухие скальные обнажения по южным склонам, участки пойм Амура, Буреи, Архары с песчаными почвами. Вопрос о времени их появления затрагивался многими исследователями, но решался неодинаково. С.И. Коржинский [15], М.Ф. Короткий [16], В.Л. Комаров [17] считали степные сообщества в Приморье и Приамурье антропогенными. Ю.А. Ливеровский [18]; Б.П. Колесников, Ю.А. Ливеровский, В.В. Никольская [19]; Г.Э. Куренцова [20] обосновывают наличие остепненных участков следствием вековых изменений ее поверхности и климата. Полагая, что степи существовали в далеком прошлом, в условиях сухого климата, в период регрессии океана. С увеличением влияния восточного муссона степь деградировала, но сохранилась в отдельных районах Дальнего Востока (ДВ), благодаря периодам повышенной сухости и резко выраженным амплитудам увлажненности почвы и воздуха. Наши наблюдения на исследуемой территории подтверждают, что остепненные луга заняли нишу экстразональной растительности, а антропогенные пожары являются одной из ведущих причин сохранения ксерофильных растений и фитоценозов с их участием.

Например, в окрестностях заповедника, на участках, где пожары проходят почти ежегодно, чаще встречаются ксерофильные виды растений: *Rhaponticum uniflorum* (L.) DC., *Patrinia rupestris* (Pall.) Dufr., *Syneilesis aconitifolia* (Bunge) Maxim., *Filifolium sibiricum* (L.) Kitam., *Lilium pumilum* Delile, *Cleistogenes kitagawae* Honda, *Pulsatilla turczaninovii* Kryl. et Serg., *Viola gmeliniana* Schult., *Platycodon grandiflorus* (Jacq.) A. DC. и др. Здесь произрастают и исчезнувшие, из-за отсутствия пирогенного фактора, с территории заповедника виды: *Schizonepeta multifida* (L.) Briq., *Eremogone juncea* (Bieb.) Fenzl, *Thalictrum petaloideum* L. В ХЛ и в ОЗ АЛ, где роль пожаров снижена, наблюдается зарастание полян и вытеснение степных растений древесными видами: *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb., *Tilia amurensis* Rupr., *Betula davurica* Pall., *Populus tremula* L. Последнее обстоятельство доказывает важную роль пожаров, в сохранении сформировавшихся ранее остепненных фитоценозов, так и всей травяной растительности.

По степени нарушенности охраняемые травяные фитоценозы относятся к категории состояния заповедной природы – динамическое, или интенсивно сукцессионное согласно исследованию А.М. Краснитского [21]. Целью заповедного режима в них является обеспечение условий для формирования устойчивых природных (в данной ситуации) экосистем в процессе спонтанного развития. На исследуемой территории природные смены выражаются в наступлении лесной растительности на травяные фитоценозы. Следовательно, при определенных условиях, содоминантами большей части травяных фитоценозов выступает подрост деревянистых видов.

Миркин и др. [22, с. 60], обозревая сообщества с содоминантами из подроста деревянистых видов, выделяет состояние травяных фитоценозов еще и как катаклимаксовое. Катаклимакс – малоустойчивый вариант климакса, когда генерация доминантов происходит в

период между повторяющимися воздействиями факторов среды, способных уничтожать растительность (пожары, наводнения и т.д.). В нашем случае роль такого фактора играют пожары. Весь комплекс травяной растительности заповедника следует отнести к пирогенным сукцессиям. Он вышел из-под влияния хозяйственной деятельности, но еще сохраняются антропогенные пожары, фактор наиболее значимый в современных условиях и полностью не устраненный для заповедной территории.

Результаты экспертной оценки мониторинговых данных диктуют переход от концепции защиты от антропогенных пожаров к способам разумного применения управляемых палов, по разрабатываемой технологии и геоботаническим картам прогнозной и восстановленной растительности, с целью поддержания преднамеренно неустойчивого состояния травяных группировок. Для первых этапов изучения введены два принципиальных ограничения программного типа: сосредоточение основного внимания на статистических феноменах травяных фитоценозов и выбор в качестве модельного фитоценоза остепненных лугов, как наиболее подверженных антропогенным изменениям и идеальных для разработки основ экологического и исторического прогнозирования. Иными словами, обнаружение из совокупности сводных итоговых показателей явлений, подтверждающих сукцессионные изменения и облегчающих сравнительное изучение обобщенной модели травяных фитоценозов. В дальнейшем необходимы исследования популяций видов индикаторов феноменов и изучение динамических изменений всех видов травяных фитоценозов, как основы непрерывного мониторинга и прогнозирования экологических состояний. Таким образом, при применении управляемых палов по прошествии определенного времени, будет достигнута задача сохранения разнообразия растительности, флоры и фауны Хинганского заповедника.

Выводы. Применяемая в настоящее время концепция охраны травяной растительности ХГПЗ нацелена на устранение природных и антропогенных пожаров или охрану формирующихся биогеоценозов. Следовательно, будет происходить увеличение лесных массивов и уменьшение травяных ценозов. И можно предположить, что со временем большая часть травяных пространств, даже в данном случае охраны территории заповедника от пожаров, не говоря о полном их исключении, исчезнет. Мониторинг травяных фитоценозов подтверждает предположение об их деградации и является основой прогнозирования сукцессионных изменений. По прошествии 60 лет заповедания визуально отмечается уменьшение площади открытых пространств. В ближайшей перспективе, с исчезновением остепненных и настоящих лугов, уменьшением площади влажных и сырых лугов, произойдет обеднение видового состава флоры. В первую очередь исчезнут виды флоры остепненных фитоценозов, являющиеся экстразональным элементом растительного покрова. Как следствие уменьшится разнообразие растительных группировок и представителей фауны территории заповедника.

Принципиальное отличие предлагаемого способа управления травяными экосистемами ХГПЗ от методов, рекомендованных В.В. Дежкиным [23], А.М. Семеновой-Тян-Шанской [24], заключается в изменении оптимального режима охраны травяных фитоценозов с интегрального на дифференциальный, или поддержание преднамеренного неустойчивого (катаклимаксового) состояния. Последнее отвечает, по А.М. Краснитскому [21], состоянию природных комплексов «преднамеренно неустойчивое состояние», которое предполагает применение заповедно-режимных биотехнических мероприятий. В нашем случае – управляемых палов.

Дифференциальный метод распространяется на все травяные фитоценозы Хинганского заповедника, ботанического памятника природы «Лотос Комарова», орнитологический заказник «Ганукан». Они расположены в междуречье нижнего течения рр. Бурея и Хинган, где преобладают травяные фитоценозы. В горной части Хинганского и Лебединского лесничеств, сопочным массивам Кундурской и Рачинской охранных зон, хребтикам «Дубовый» и «Буян» в Антоновском лесничестве управляемые палы применимы только по окраинам лесных массивов, где ранее господствовали травяные фитоценозы.

Сутью нового метода является восстановление исчезнувших травяных участков и реконструкция зарастающих древесно-кустарниковой растительностью. Предлагается сохранение и восстановление биогеоценозов, сформировавшихся до введения режима заповедности этой территории, контролируемыми палами, что и будет соответствовать дифференциальному методу охраны заповедной территории [21]. Иными словами, изменяется система представлений о способах управления (сохранения) травяными фитоценозами. Эта тактика может и должна стать принципиально новым инструментом в восстановлении уже исчезнувших травяных участков местности и в реконструкции имеющих тенденцию к

зарастанию деревянистыми видами фитоценозов, что будет способствовать восстановлению утраченных и деградирующих биокомплексов. Проблематичность реконструкции травяных фитоценозов заповедника с течением времени возрастает и делает задачу их сохранения все более трудной и ответственной. Имеющиеся сукцессионно измененные травяные фитоценозы уже сегодня требуют восстановления контролируемыми палами.

Настоящая работа фактически может стать основой программы разработки принципиально новых приемов сохранения травяной растительности и мониторинга заповедных экосистем ХГПЗ и других заповедников российского Дальнего Востока, имеющих большие площади травяных сообществ, например, Ханкайский и Болоньский.

Список литературы

1. Мичи А. Путешествие по Амуру и Восточной Сибири. С прибавлением статей из путешествий Г. Радде и Р. Маака и др. С.-Петербург, 1868. 348 с.
2. Описание Амурской области / Переселенческое управление РСФСР. Петроград: Тип. М.П. Фроловой, 1919. 62 с.
3. Крушанов А.И. Отв. ред. История Дальнего Востока СССР в эпоху феодализма и капитализма (XVII в. – февраль 1917 г.). М., 1991. 471 с.
4. Грум-Гржимайло Г.Е., Семёнов-Тян-Шанский П.П. Описание Амурской области. СПб.: Изд. Мин-ва финансов, 1894. 642 с.
5. Максимович К.И. Амурский край. Приложение к «Запискам Академии Наук». СПб., 1862. 90 с.
6. Таранов Н. Амур и его притоки // Живописная Россия. Приморская и Амурская области. Т. XII. Ч. 2. С.-Петербург, 1895. 352 с.
7. Ахтямов М.Х. Синтаксономия луговой растительности бассейна реки Амур. Владивосток-Хабаровск: Дальнаука, 1995. 200 с.
8. Ахтямов М.Х. Травянистая растительность // Флора и растительность Хинганского заповедника (Амурская область) / Ред. Лар. Н. Васильева. Владивосток: Дальнаука, 1998. С. 180-204.
9. Ахтямов М.Х., Бабурин А.А. Растительность // Флора и растительность Хинганского заповедника (Амурская область) / ред. Лар. Н. Васильева. Владивосток: Дальнаука, 1998. С. 154-204.
10. Кудрин С.Г. К вопросу охраны травянистой растительности Хинганского заповедника // Природоохранные территории и акватории Дальнего Востока и проблемы сохранения биологического разнообразия: Тез. докл. (24-27.10.1991, Владивосток) / ред. О.А. Смирнова. Владивосток: ДВО ВНИИприроды, ТИГ ДВО АН СССР, 1991. С. 81-84.
11. Кудрин С.Г. Пирогенный фактор и растительность Хинганского заповедника // Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока / ред. Е.М. Антипова. Красноярск: ИПК КГПУ, 2006. С. 179-184.
12. Кудрин С.Г. Состояние травяной растительности Хинганского заповедника // Охрана и научные исследования на особо охраняемых природных территориях Дальнего Востока и Сибири (10-12.08.2007, Чегдомын) / ред. Б.А. Воронов. Хабаровск: ООО «Амурбланкиздат», Приамурское географическое общество, 2007. С. 125-131.
13. Кудрин С.Г. Метод охраны травяной растительности Хинганского заповедника // Бюллетень Московского общества испытателей природы. М., 2008. Т. 113, вып. 2. С. 76-81.
14. Дымина Г.Д. Луга юга Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1985. 190 с.
15. Коржинский С.И. Отчет об исследованиях Амурской области как земледельческой колонии // Известия Восточносибирского отделения русского географического общества. Т. XXIII. № 4-5. СПб., 1892. С. 42-90.
16. Короткий М.Ф. Очерк растительности Зейско-Буреинского района Амурской области. СПб., 1912. 149 с.
17. Комаров В.Л. Типы растительности Южно-Уссурийского края. Петроград, 1924. 296 с.
18. Ливеровский Ю.А. О ландшафте равнин Южного Приморья и Приамурья и его генезис // Проблемы физической географии. М.; Л., 1946. Вып. 12. С. 47-60.
19. Колесников Б.П., Ливеровский Ю.А., Никольская В.В. Природные ландшафты прерий советского Дальнего Востока и их происхождение // Известия АН СССР. Сер. геогр. М., 1961. Вып. 1. С. 13-25.
20. Куренцова Г.Э. Естественные и антропогенные смены растительности Приморья и Южного Приамурья. Новосибирск, 1973. 230 с.
21. Краснитский А.М. Проблемы заповедного дела. М.: Лесная промышленность, 1983. 191 с.
22. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 223 с.
23. Дежкин В.В. Проблемы управления охраняемыми экосистемами // Актуальные вопросы заповедного дела / Науч. ред. В.В. Дёжкин. М.: ЦНИЛ Главохоты РСФСР, 1988. С. 23-39.
24. Семенова-Тян-Шанская А.М. Динамика степной растительности. М.-Л.: Наука, 1966. 174 с.

УДК 630*182.187.5
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-647-654

ЛЕСА СТЕПНОГО ЗАВОЛЖЬЯ

FORESTS OF THE STEPPE ZONE IN TRANS-VOLGA REGION

Кудрявцев А.Ю.[1,2]
Kudryavtsev A.Yu.[1,2]

[1]Государственный Природный заповедник «Приволжская лесостепь», Пенза, Россия
[2]Саратовский филиал Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Саратов, Россия

[1]State Natural Reserve "Privolzhskaya Lesostep", Penza, Russia
[2]Saratov Branch of A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Saratov, Russia

E-mail: akydtaks@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования экосистемного разнообразия и состояния лесов степной зоны Заволжья. В ходе работы были проанализированы: видовой состав древостоев, производительность древесных пород, состав подроста, подлеска и напочвенного покрова в насаждениях. Приводятся данные о распространении древостоев различного возраста, состава, видов подроста и подлеска, а также основных доминантов напочвенного покрова. Проведенные исследования показали, что лесные сообщества довольно четко различаются по характеру всех ярусов растительности. Предварительная оценка хозяйственного воздействия позволила выявить значительные изменения всех компонентов лесных экосистем – напочвенного покрова, состава и продуктивности древостоев. Выявлены особенности лесной растительности, характерные для лесов Южного Заволжья: мозаичность растительного покрова, низкая сомкнутость древостоев и наличие в составе нижних ярусов видов открытых пространств. Полученные материалы показали, что, несмотря на значительную антропогенную трансформацию, лесные экосистемы исследуемой территории сохранили основные черты, характерные для своеобразной растительности степи Южного Заволжья. Результаты исследований позволят оценить разнообразие лесных экосистем, дать предварительный прогноз динамики растительности и могут быть использованы при разработке научно-обоснованной стратегии управления лесами региона в условиях совместного действия множества природных и антропогенных факторов.
Ключевые слова: степь, Заволжье, леса. состав, состояние.

Abstract. The article is devoted to the study of the ecological variety forest communities of the steppe zone in Trans-Volga region. Characteristics of the woods communities are given. Composition of the timber stand, undergrowth and ground cover analyzed. Nowadays nearly all of the stands are been ploughed. Unbroken forest cover is absent. Forest there is isolated islands (islands forests). The forest vegetation of investigated region is mostly influence by anthropogenesis factors: cutting for the use of timber, transformation of the forestlands in agricultural purposes as well as roads and other communications, forest fire. However, the basic features of the woods here are preserved. The history of the forests formation has specific peculiarities caused by both nature conditions and history transformation of the territories. Current development rates in the region raise questions about the future conservation value of these forest ecosystems. Importance of forests in watershed protection and erosion control as well as cultural and social values.
Key words: steppe zone, Trans-Volga region, woods, composition, situation.

Введение. Среди обширных безлесных пространств равнинных степей Северной Евразии разбросаны более или менее крупные массивы островных лесов, представляющие собой во всех отношениях совершенно уникальные сообщества. Многие из этих своеобразных форпостов лесной растительности, несомненно, являются реликтовыми экосистемами, сформировавшимися на рубеже верхнего плейстоцена и голоцена (около 10000 лет назад) в эпоху аридизации климата при отступании сплошной лесной зоны на север. Именно благодаря этому с ними в настоящее время связан целый комплекс бореальных и неморальных видов растений и животных, популяции которых длительное время существуют на значительном удалении от основного ареала. Не менее важно, что специфические комплексы местообитаний, сочетающие древесные сообщества интразональной природы, а также луговины и значительные участки песчаных и кустарниковых степей, создают чрезвычайно разнообразную экологическую среду для наземных животных [1].

Материалы и методы. Исследования лесных экосистем юго-восточного Заволжья на территории Саратовской и Волгоградской областей проведены в 2020-2023 гг. Выполнено описание различных типов лесных сообществ естественного происхождения: дубрав и насаждений с участием дуба черешчатого, пойменных лесов с доминированием ольхи черной и тополя белого, а также колочных лесов различной структуры и состава. Для каждого сообщества приводится характеристика всех основных компонентов насаждений – древостоя, кустарникового яруса, включающего подрост и подлесок, а также напочвенного покрова.

Результаты. Приерусланский массив песков находится в подзоне южных типчаково-ковыльных степей [2-5] на светло-каштановых почвах [6]. Территория массива составляет 18642 га [7]. Эти пески занимают вторую надпойменную террасу р. Еруслан – последнего левобережного приток р. Волги. Территория включает междуречные песчаные равнины в бассейне Еруслана с естественной и искусственной лесной, лугово-степной, луговой, псаммофитно-степной растительностью.

Рельеф Приерусланских песков отличается сравнительно спокойными мягкими очертаниями. Он представлен слабонаклонными песчаными равнинами, осложненными холмами и понижениями между ними. Правобережная часть песчаного массива характеризуется абсолютными высотами – 50-80 м, а левобережная часть – 50-60 м. Нижние звенья (35-50 м) приурочены к пойме и надпойменным террасам Еруслана. Водораздельные пространства находятся на уровне 75-90 м.

Памятник природы «Дьяковский лес» расположен в Краснокутском районе Саратовской области в долине р. Еруслан.

Растительность – березово-осиновые, осиново-березовые и вязово-кленово-дубовые колки с участием степных кустарников. Насаждения сосны обыкновенной. Межколочное пространство занято псаммофитно-разнотравно-тонконоговыми, разнотравно-ковыльными, разнотравно-тонконогово-житняковыми сообществами с зарослями ракитника русского, шелюги красной. К неглубоким понижениям приурочены осоковые, пырейно-разнотравные сообщества с куртинами ежеголовника прямого.

В.И. Горин [8] выделил на территории Приерусланских песков ряд ассоциаций, приуроченных к различным элементам рельефа. Степные сообщества, приуроченные к верхним частям склонов песчаных бугров на связанно-песчаных примитивных почвах с доминированием *Festuca polesica* Zapal. и *Secale silvestre* Hoppe.

Лесные и кустарниковые ценозы, расположенны в нижних частях склонов. Дубравы злаковые на супесчаных дерновых лесных почвах. В напочвенном покрове преобладает *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. Спирейники из *Spiraea crenata* L. на легкосуглинистых и песчаных малогумусированных почвах. В травостое преобладают *Anisantha tectorum* L. и *Artemisia austriaca* Jacq.

На ровных участках описаны луговые сообщества и осинники. В составе луговых ценозов доминируют *Poa angustifolia* L., *Calamagrostis epigeios* и *Filipendula vulgaris* Moench. Почвы легкосуглинистые луговые карбонатные. Осинники приурочены к супесчаным лесным солодям. В напочвенном покрове преобладает *Galium physocarpum* Ledeb.

К днищам межбугровых понижений приурочены березняки из *Betula pubescens* Ehrh. на супесчаных лесных солодях и лугово-болотные сообщества на легкосуглинистых лугово-болотных почвах. В травянистом покрове березняков доминирует *Carex vesicaria* L. Лугово-болотные ассоциации образованы *Carex acuta* L., *Eleocharis uniglumis* Shult., *Galium rivale* Griseb. и *Potentilla anserina* L.

Согласно данным последнего лесоустройства Комсомольского лесничества, проведенного в 1993 году 2-й Воронежской экспедицией предприятия «Воронежлеспроект» на площади 16700 га, покрытая лесом площадь занимает около половины территории лесничества. Велика площадь песков, и прогалин. Довольно значительна доля земель сельскохозяйственного назначения – сенокосов, пашен, пастбищ и садов, а также не сомкнувшихся лесных культур и погибших насаждений.

Список лесообразующих пород достаточно разнообразен. В него входят 25 видов высокоствольных и низкоствольных деревьев, а также кустарники. Основными лесообразователями являются *Salix acutifolia* Willd., *Betula pubescens* и *B. pendula* Roth, *Ulmus pumila* L. и *Pinus silvestris* L. Необходимо отметить, что основная площадь сосняков представлена лесными культурами. Довольно значительные площади занимают: *Quercus robur* L.,

представленный в основном культурами, *Populus tremula* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marschall. и *Acer negundo* L.

Возраст насаждений не превышал 90 лет. При этом абсолютно преобладали молодые насаждения. Также значительна доля средневозрастных древостоев (41-60 лет). Более старые насаждения занимали незначительную площадь.

Экологический ряд местообитаний типов леса чрезвычайно широк (от сухих боров до сырых дубрав). Различные по увлажнению и богатству минеральными элементами почвы обеспечивают произрастание разнообразных лесных сообществ. Преобладают субори, занимающие около половины от покрытой лесом площади. При этом сухие и свежие стации представлены примерно поровну, а доля влажных суборей крайне мала. Немного меньше площадь боровых местообитаний, среди которых абсолютно преобладают сухие. Небольшую площадь занимают стации, соответствующие сухим дубравам. Остальные типы местообитаний представлены крайне незначительно.

На территории преобладали насаждения с полнотой 0,6-0,7. Диапазон колебаний продуктивности древостоев очень широк (от I до V^a бонитета). Однако в целом продуктивность довольно низкая. Преобладают древостои IV и V классов бонитета.

В течение 30 лет, прошедших, со времени последнего лесоустройства (1993 г.) на территории Дьяковского леса произошли заметные изменения. В состав лесного фонда были включены 400 га несомкнувшихся лесных культур сосны, посаженных на землях сельскохозяйственного назначения. Позже в состав лесного фонда было включено еще около 1500 га земель, категория которых неизвестна. Таким образом, в настоящее время общая площадь лесничества составляет 18584 га.

Были вырублены значительные площади реликтовых дубрав естественного происхождения.

Территория сильно пострадала от лесных пожаров. Катастрофические пожары 2010 г. привели к гибели больших массивов сосновых боров.

К настоящему времени на территории памятника сохранились лишь очень незначительные фрагменты реликтовых лесов, нуждающиеся в строгой охране.

Кроме того, значительные площади вторичных березняков и осинников, а также гослесополос к настоящему времени достигли возраста распада, что привело к накоплению большого количества сухостоя и захламленности.

Территория памятника природы характеризуется очень высокой пожароопасностью, обусловленной чрезвычайно засушливым климатом, сочетанием больших площадей остепненных песков с массивами лесных культур сосны, а также накоплением значительного количества усохшего леса.

Экосистемы с участием дуба черешчатого.

Дубрава расположена на первой надпойменной террасе р. Еруслан *(рисунок 1*). Она тянется узкой лентой (ширина около 100 м) вдоль правого берега реки. Непосредственно к берегу примыкает кайма, состоящая из *Populus alba* L. По границе с открытыми пространствами расположена опушка, состоящая преимущественно из терна.

Древостой образован *Quercus robur* L. Его возраст, определенный путем подсчета годичных колец, на пнях спиленных деревьев, составляет примерно 75 лет. Средняя высота дуба достигает 26 м, средний диаметр – 48 см. Полнота яруса – 0,6. Бонитет – I. Продуктивность древостоя достигает 240 $м^3$/га. Деревья дуба характеризуются хорошим ростом и здоровым состоянием.

Повреждений крон, а также стволовых вредителей и болезней не отмечено. Недавно (не более пяти лет назад) на обследованном участке была проведена санитарная рубка. Об этом свидетельствуют хорошо сохранившиеся пни.

Можно предположить, что были убраны деревья, пострадавшие от пожара в 2010 году. Кроме дуба отмечены единичные экземпляры *Ulmus laevis* Pall. Подлесок средней густоты состоит из *Acer tataricum* L. с примесью *Padus avium* Mill и *Rosa majalis* Herrm. В травянистом покрове абсолютно доминирует *Convallaria majalis* L.

Отмечены единичные усохшие экземпляры вяза и черемухи.

Диагностические признаки позволяют отнести исследованное насаждение к типу леса – дубняк кленово-ландышевый (пойменный).

Дубовый колок расположен в блюдцеобразном понижении. Размеры примерно 70×70 м. В третьей декаде апреля 2022 г. поверхность почвы была залита водой. Возраст дуба примерно 100-

120 лет, средняя высота деревьев составляет около 22 м, средний диаметр 52 см. Полнота яруса – 0,5. Бонитет – III. Продуктивность древостоя составляет 170 м^3/га. Деревья дуба характеризуются хорошим ростом и здоровым состоянием. Отмечено редкое возобновление дуба семенного происхождения. В кустарниковом ярусе единично встречается боярышник высотой 1-2 м. Травостой высокой сомкнутости состоит из *Carex pilosa* Scop. К колку примыкает опушка, состоящая из березы с небольшой примесью осины. Возраст деревьев около 40 лет, средняя высота 15 м, средний диаметр – 20 см. Бонитет – III. Сомкнутость древостоя высокая. Продуктивность древостоя составляет 130 м^3/га. Также в составе опушки отмечены фрагменты куртин терна и боярышника высотой 3-4 м. Травянистый покров отсутствует.



Рисунок 1. Фрагмент дубравы.

Лесной массив с дубом в составе. Расположен в логу, по которому протекает временный водоток. В составе древостоя преобладает осина в возрасте около 40 лет, с примесью березы и вяза. Единично встречается *Acer negundo*. Средняя высота стволов осины составляет 18 м, средний диаметр – 22 см. Бонитет – II. Состояние осины ослабленное. Средняя высота березы 20 м, средний диаметр – 20 см. Бонитет – I. Полнота яруса – 0,5. Состояние березы ослабленное. Продуктивность древостоя составляет 280 м^3/га.

Дуб порослевого происхождения. Его возраст составляет 100-110 лет, средняя высота – 21 м. Средний диаметр ствола – 56 см. встречаются отдельные группы дуба семенного происхождения в возрасте 20-40 лет. Состояние деревьев хорошее, встречается редкий подрост дуба, высотой до 2 м, благонадежный. В «окнах» отмечено возобновление дуба в количестве 30-50 шт./м^2. Единично отмечены крупные экземпляры дуба (возможно семенного происхождения). Дуб с окружностью ствола 238,5 см и высотой – 22 м. Дуб-двойня имеет окружность ствола 295 м при высоте 28 м. Состояние этих деревьев хорошее.

Подлесок состоит из боярышника, единично встречается *Berberis vulgaris* L. Вдоль массива тянется опушка из терна и боярышника высотой 3-4 м. В хорошо развитом травянистом покрове преобладают *Thelypteris palustris* Schott., *Rubus caesius* L. и *Convallaria majalis* с примесью *Caltha palustris* L.

Участок дубравы (квартал 75, выдел 19). Площадь выдела 3,4 га. Древостои состоит из дуба с небольшой примесью березы. Его возраст примерно 40 лет. Средняя высота дуба составляет 15 м, средний диаметр 20 см. Средняя высота березы 16 м. Средний диаметр – 22 см. Класс бонитета дуба – III, березы – II. Продуктивность древостоя составляет 100 м^3/га.

Травянистый ярус средней сомкнутости состоит из ландыша с примесью *Tulipa biebersteiniana* Schult. & Schult. f. В 2015 году участок был пройден выборочной рубкой.

Дубрава сложная. Древостой состоит из двух ярусов, четко различающихся по высоте и составу. Первый ярус образован дубом, возраст которого около ста лет. Средняя высота яруса составляет 20 м, средний диаметр – 48 см. Ярус сильно изрежен, Бонитет дуба – III. Второй ярус состоит из березы, возраст которой примерно 40 лет. Сомкнутость яруса невелика. Средняя высота березы составляет 15 м, средний диаметр – 22 см. Бонитет березы – III. Продуктивность древостоя составляет 150 м^3/га. Подлесок очень редкий. В его составе преобладает *Euonymus verrucosus* Scop. с примесью боярышника. Травостой сомкнут слабо. Доминируют *Carex pilosa* и *Convallaria majalis*.

Характеристика лесных колков. Колок размером примерно 100×40 м расположен на второй надпойменной террасе р. Еруслан в межбугровом понижении *(рисунок 2)*.



Рисунок 2. Общий вид березово-осинового колка.

Почва черноземовидная песчаная свежая.

Структура колка сложная. Он состоит из основной части – старовозрастного осинника, примыкающего к нему средневозрастного березняка и опушки, состоящей из осинового подроста, смешанного с кустарниками.

Основная часть представляет собой двухъярусный древостой. В первом ярусе доминирует осина с небольшой примесью березы. Возраст осины около 70 лет, средняя высота 22 м, средний диаметр – 28 см. Бонитет – II. Состояние осины сильно ослабленное. Возраст березы примерно 50 лет Средняя высота 21 м, средний диаметр – 24 см. Бонитет – I. Полнота яруса – 0,5. Состояние березы ослабленное.

Состав второго яруса смешанный. В нем береза и осина возраста 30 лет представлены поровну. Средняя высота березы 15 м, средний диаметр – 16 см. Средняя высота осины 14 м, средний диаметр – 16 см. Полнота яруса – 0,3. Продуктивность древостоя составляет 170+50=220 м^3/га.

Отмечен сухостой осины в количестве примерно 30 м^3/га, бурелом – 10 м^3/га, а также ветровал осины (20 м^3/га) и березы (10 м^3/га). Средний диаметр сухостоя и ветровала осины составляет 28 см, березы – 20 см.

Возраст подроста, состоящего из осины с примесью березы – 10 лет. Его высота 3 м, диаметр – 2 см. Количество 4 тыс. шт./га. Редкий подлесок состоит из *Crataegus sanguinea* Pall. высотой около 2,5 м. В травянистом ярусе преобладает *Carex pilosa* с небольшой примесью *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.

Возраст березняка примерно 40 лет. Средняя высота 18 м, средний диаметр – 22 см. Полнота яруса – 0,7. Бонитет – II. Продуктивность древостоя составляет 140 м^3/га.

Опушка образована густыми кустарниковыми зарослями боярышника и терна (*Prunus spinosa*) высотой около 3 м с единичной примесью *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.)

Klásk. Здесь же отмечены куртины *Populus tremula* L. в возрасте 10 лет в количестве 4 тыс. шт./га. Ее высота – 3 м, диаметр – 2 см.

К югу от основного колка расположен молодой осинник небольшой сомкнутости. Возраст осины 10 лет, высота 3 м, средний диаметр – 2 см. Далее расположен березовый колок. Возраст березы около 30 лет. Средняя высота 14 м, средний диаметр – 14 см. Полнота яруса – 0,5. Бонитет – II. Продуктивность древостоя составляет 30 м^3/га. Состояние древостоя ослабленное. Отмечено групповое возобновление березы.

Кроме того, описаны три колка различной величины, расположенные неподалеку. Все они приурочены к межбугровым впадинам.

Колок размером примерно 40×15 м. Молодой березняк, возраст которого составляет примерно 30 лет *(рисунок 3)*. Средняя высота 11 м, средний диаметр – 12 см. Полнота – 0,7. Бонитет – III. Продуктивность древостоя составляет 35 м^3/га. Деревья ослаблены с искривленными стволами. Кроме того, отмечены отдельные экземпляры молодой березы возрастом 15 лет. Средняя высота ее 8 м, средний диаметр – 6 см. Имеется небольшое количества валежа березы. Травянистый покров и подлесок отсутствуют. Вокруг колка начинает формироваться опушка из ивы кустарниковой.



Рисунок 3. Малый березовый колок.

Колок размером примерно 60×20 м, березняк среднего возраста (около 50 лет). Средняя высота 20 м, средний диаметр – 24 см. Полнота – 0,5. Бонитет – II. Продуктивность древостоя составляет 120 м^3/га. Древостой ослаблен, стволы деревьев искривлены. Отмечен сухостой осины в количестве 5 м^3/га. Редкий подрост состоит их осины с примесью березы возрастом 5-7 лет. Слабо сомкнутый травостой образован *Carex pilosa*. На опушке растут отдельные экземпляры боярышника. К колку примыкает небольшая куртина ослабленной осины, возраст которой около 20 лет. Кроме осины в куртине растут отдельные экземпляры боярышника и ракитника.

Колок размером примерно 300×40 м (ширина неравномерная). Слабо сомкнутый березовый древостой среднего возраста. Средняя высота 21 м, средний диаметр – 24 см. Полнота – 0,5. Бонитет – I. Продуктивность древостоя составляет 130 м^3/га. Для ослабленных деревьев характерен наклон стволов. Отмечен валеж в количестве 10-15 м^3/га. В редком подросте осина и береза представлены примерно поровну. Травостой образован осокой с небольшой примесью тростника. Вдоль одной из сторон колка тянется редкий молодой осинник. Его возраст примерно 20 лет. Кроме того, здесь же отмечен подрост осины средней сомкнутости высотой около 2 м и единичный экземпляры терна.

Диагностические признаки позволяют отнести исследованные насаждения к типу леса – Сосняк травяной с дубом.

Окружает колки степная растительность, расположенная на песчаных буграх. В сообществах доминирует *Festuca polesica* Zapał. с участием видов рода *Artemisia*, *Centaurea*

sumensis Kalen. и *Potentilla arenaria* Borkh. Почва представляет несвязный сухой песок, скрепленный слабо развитой дерниной.

Памятник природы «Салтовская дубрава» расположен в Старополтавском районе Волгоградской области в долине р. Еруслан. С северо-востока граничит с Саратовской областью. Его площадь составляет 1558 га. Этот памятник природы является уникальным естественным массивом, одним из лесных островков юго-восточного Заволжья.

Описана дубрава, приуроченная к склону надпойменной террасы р. Еруслан. Крутизна склона колеблется от 5 до 10°. Древостой образован дубом черешчатым с небольшой примесью березы, осины и тополя белого. Возраст деревьев дуба составляет около 100 лет. Средняя высота стволов колеблется в пределах 23-25 м, что соответствует второму классу бонитета. Колебания диаметра от 44 до 60 см, отдельные стволы достигают 70 см в диаметре. Продуктивность древостоя составляет 190 м^3/га.

Деревья порослевого происхождения, в значительной степени поражены трутовиком. В редком подлеске преобладает клен татарский, высота которого достигает 10 м. Заметна примесь боярышника. Встречается *Faidherbia albida* (Delile) A. Chev., высотой до 5 м и *Euonymus verrucosus* Scop. с высотой кустов около 1,5 м. Травостой разрежен. В его составе доминируют *Carex pilosa* и *Convallaria majalis*.

Характеристика пойменных лесов.

Ольшаник. Участок расположен в пойме р. Еруслан (Волгоградская область). Он находится в ложбине, представляющей собой высохшую старицу. Ширина ложбины составляет примерно 150 м. Глубина ложбины 3-5 м, дно плоское, склоны крутые. Древостой образован *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. с незначительной примесью *Populus alba* L. *(рисунок 4)*. Возраст деревьев примерно 100 лет. Средняя высота стволов ольхи 25 м, что соответствует второму классу бонитета. Средний ее диаметр – 48 см, отдельные стволы достигают 60 см в диаметре. Средняя высота стволов тополя белого – 32 м. Средний диаметр – 60 см. Класс бонитета – II. Сомкнутось древостоя средняя, полнота неравномерная. Продуктивность древостоя составляет 270 м^3/га.



Рисунок 4. Фрагмент ольшаника.

Деревья ольхи растут группами до 5-6 стволов, выходящих из одного корня. Такое расположение свидетельствует о порослевом происхождении древостоя. Деревья ольхи и тополя сильно поражены трутовиком. Отмечено большое количество усохших деревьев и валежа. Подлесок средней сомкнутости состоит из *Padus avium* Mill. и *Acer tataricum* L. , высотой 4-6 м. В густом травостое доминируют крапива и ежевика с примесью *Alliaria petiolata* (Bieb) Cavara et Grande. Внеярусная растительность представлена *Humulus lupulus* L.

Сообщество с доминированием тополя белого расположено рядом с ольшаником. В составе древостоя только один вид – *Populus alba*. Возраст деревьев около 100 лет. Средняя высота стволов – 32 м. Средний диаметр – 60 см. Класс бонитета – II. Сомкнутость древостоя средняя. Продуктивность древостоя составляет 420 м^3/га.

Деревья сильно поражены трутовиком. Отмечено большое количество усохших деревьев и валежа. Подлесок средней сомкнутости состоит из черемухи высотой 4-6 м. напочвенный покров средней густоты с доминированием *Convallaria majalis*.

Сообщество с доминированием *Populus alba* расположено в районе базы отдыха «Полет» и представляет собой узкую полосу, вытянутую вдоль берега р. Еруслан. Древостой образован *Populus alba* с небольшой примесью *Populus nigra* L.

Возраст деревьев около 100 лет. Средняя высота стволов – 32 м. Средний диаметр – 60 см. Класс бонитета – II. Сомкнутость древостоя средняя. Продуктивность древостоя составляет 490 м^3/га.

Подлесок средней сомкнутости состоит из черемухи с примесью клена татарского. Высота подлеска составляет 4-6 м. Напочвенный покров средней густоты с доминированием тростника.

Заключение. Проведенные исследования показали, что, несмотря на масштабную деградацию, на территории степного Заволжья сохранились значительные площади лесных экосистем. Состояние лесных экосистем довольно устойчиво. При этом, более ослабленные древостои приурочены к колочным лесам.

Список литературы

1. Неронов В.В. Ландшафтные типы островных лесов степной зоны и проблемы их сохранения // Лес и человек: перспективы сотрудничества: Материалы межрегиональной научно-практической конференции. Москва, 2005. С. 21-25.

2. Родин Е.И. Типы степей Нижнего Заволжья // Бот. журнал. 1933. Т. 18. № 4. С. 299-306.

3. Тарасов А.О. Растительность, зоны, геоботанические районы // Вопросы биогеографии Среднего и Нижнего Поволжья. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1968. С. 7-56.

4. Тарасов А.О. Геоботаническое районирование южного Саратовского Заволжья // Вопросы ботаники Юго-востока. Саратов, 1975. Вып. 1. С. 30-46.

5. Тарасов А.О. Основные географические закономерности растительного покрова Саратовской области. Саратов: СГУ, 1977. 24 с.

6. Болдырев В.А. Основные закономерности почвенного покрова Саратовской области. Саратов: СГУ, 1997. 16 с.

7. Орлов Е.И., Кайзер Г.А. Охотопромысловое значение Приерусланских песков АССРНП // Учен. зап. СГУ. 1933. Т. 10. Вып. 2. С. 111-158.

8. Горин В.Н. Ординация растительности Приерусланских песков // Вопросы ботаники Юго-востока. Саратов, 1988. Вып. 6. С. 80-89.

УДК 567.6/569 (470.56) «627»
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-655-661

ПОЗДНЕГОЛОЦЕНОВЫЕ ПОЗВОНОЧНЫЕ ГОРЫ ВЕРБЛЮЖКА (ДЮЯТАШ), ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТЬ

LATE HOLOCENE VERTEBRATES OF THE VERBLUZHKA MOUNTAIN (DYUYATASH), ORENBURG REGION

Кузьмина Е.А., Улитко А.И., Изварин Е.П., Тарасова М.С.
Kuzmina E.A., Ulitko A.I., Izvarin E.P., Tarasova M.S.

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия
Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

E-mail: Lenii1@yandex.ru, aulitko@list.ru, izvarin_ep@ipae.uran.ru, marytarrasova@gmail.com

Аннотация. Проанализированы ископаемые костные и зубные остатки позвоночных животных, собранные из рыхлых отложений гнезда филина на г. Верблюжка (Дюяташ) в Оренбургской области. Определено 1794 остатка, принадлежащих амфибиям, рептилиям, мелким хищным млекопитающим, насекомоядным, средне- и мелкоразмерным зайцеобразным и грызунам. В фауне мелких растительноядных млекопитающих присутствуют степные, луговые, лесные и околоводные виды. Установлено доминирование обыкновенной слепушонки и обыкновенной полевки. В отложениях ближе к современности появляются синантропные виды. Подавляющая часть костных остатков пресмыкающихся принадлежит узорчатому полозу. Количество и таксономический состав остатков свидетельствует о значительной роли представителей герпетофауны, а также грызунов и пищух в питании филина на изучаемой территории.

Ключевые слова: позвоночные, поздний голоцен, гора Верблюжка, Оренбургская область.

Abstract. Fossil bone and dental remains of vertebrates collected from loose sediments of an eagle-owl's nest at Verblyuzhka (Dyuyatash) in the Orenburg region were analyzed. There were identified 1794 remains belonging to amphibians, reptiles, small predatory mammals, insectivores, medium and small-sized hares and rodents. The fauna of small herbivorous mammals includes steppe, meadow, forest, and riverside species. The dominance of the common mole vole and common vole was established. Synanthropic species appears in sediments closer to nest surface. The vast majority of the reptile bone remains belongs to the Pallas' coluber. The number and taxonomic composition of remains testify to the significant role of herpetofauna representatives, as well as rodents and pikas in the diet of the eagle-owl in the study area.

Key words: vertebrates, Late Holocene, Verbluzhka mountain, Orenburg region.

Введение. Динамика компонентов степных экосистем Северной Евразии в четвертичное время продиктована прежде всего общепланетарным воздействием климатических факторов. В голоценовое и особенно в позднеголоценовое время, т.е. в последние 4200 лет (до 1950 г.) [1], а также в антропоценовое время (от 1950 г. до настоящего времени) к комплексному воздействию климатических факторов добавился антропогенный, который по силе воздействия на экосистемы можно рассматривать как дополнительный геологический фактор.

История становления современных степных фаунистических комплексов позвоночных Северной Евразии прослежена в ряде исследований [2-5 и мн. др.], среди которых большое количество работ посвящено эволюции сообществ мелких млекопитающих, особенно растительноядных [6-9 и мн. др.]. История сообществ млекопитающих Южного Урала в голоцене прослежена в ряде работ [10-15 и мн. др.], материалом для которых явились костные остатки из аллювиальных отложениий речных долин, рыхлых отложений пещер, гротов и навесов, нор животных, гнёзд хищных птиц. Рыхлые отложения из гротов и пещер содержат разложившиеся остатки жизнедеятельности хищников (погадки, копролиты), использовавших эти полости в качестве укрытий. Накапливаясь, такие остатки со временем формируют своеобразную летопись истории экосистем [16], по которой можно реконструировать динамику условий среды во времени.

Для южной оконечности Уральских гор описаны местонахождения позднеголоценовых грызунов и пищух – Верблюжка-1 и Верблюжка-2, которые представляют собой гнезда филина [17, 18], исследованные авторами в 2002 г. В данной работе представлен новый материал, собранный в 2009 г. Он позволил описать состав фауны позвоночных животных (Amphibia, Reptilia, Mammalia), которые присутствовали в спектре питания филина во времени,

ограниченном в широком смысле поздним голоценом. Впервые для данной территории описаны состав и структура сообществ амфибий и рептилий в позднем голоцене.

Район исследований. Район исследований, расположен в междуречье Сакмары и Урала – степное Приуралье – лежит в пределах *Южноуральской низкогорной степной провинции* [19, 20]. Гора Верблюжка (Дюяташ) относится к ООПТ Оренбургской области и является ландшафтным, геолого-геоморфологическим памятником природы.

Точка исследований Верблюжка-2 (51º23′ с.ш., 56º48′ в.д.) представляет собой гнездо филина. Оно расположено в рыхлых трещиноватых известняковых обнажениях на горе Верблюжка на правом берегу р. Урал в Беляевском районе Оренбургской области.

Южноуральская низкогорная степная провинция охватывает южную часть Саринского плато и Губерлинский мелкосопочник к югу от рек Сакмары и Урал. Фаунистический комплекс характеризуется сочетанием типично лесных и степных видов млекопитающих, виды которых обитают здесь соответственно в южных и северных областях распространения. Данная провинция насчитывает 27 видов травоядных млекопитающих мелкой и средней размерных групп, принадлежащих к 6 семействам и двум отрядам (грызуны, зайцеобразные): *беличьи* Sciuridae – рыжеватый *Spermophilus major* и малый *S. pygmaeus* суслики, степной сурок (байбак) *Marmota bobak*; *бобровые* Castoridae – обыкновенный бобр Castor fiber; *хомяковые* Cricetidae – хомячок Эверсманна *Allocricetulus eversmanni*, серый хомячок *Cricetulus migratorius*, обыкновенный хомяк *Cricetus cricetus*, рыжая полевка *Clethrionimys glareolus*, водяная *Arvicola ampphibius*, обыкновенная *Microtus arvalis* и темная *M. agrestis* полевки, полевка-экономка *Alexandromys oeconomus*, узкочерепная полевка *Stenocranius gregalis*, степная пеструшка *Lagurus lagurus*, *Ellobius talpinus* обыкновенная слепушонка; *мышиные* Muridae – мышь-малютка *Micromys minutus*, полевая *Apodemus agrarius*, лесная *A. uralensis*, желтогорлая *A. flavicollis* и домовая *Mus musculus* мыши, серая крыса *Rattus norvegicus*; *мышовковые* Sminthidae – лесная *Sicista betulina* и степная *S. subtilis* мышовки, *тушканчики пятипалые* Allactagidae – большой тушканчик *Allactaga major*; *пищуховые* Ochotonidae – степная пищуха *Ochotona pusilla*, *зайцевые* Leporidae – заяц-беляк *Lepus timidus*, заяц-русак *Lepus europaeus*.

В данной провинции не отмечено присутствие таежных видов: красной лесной полевки и обыкновенной белки, в то время как зарегистрирован представитель фауны широколиственных европейских лесов – желтогорлая мышь *Apodemus flavicollis*. Не отмечено присутствие ондатры *Ondatra zibethicus* и джунгарского хомячка *Phodopus sungorus*. Систематика бугорчатозубых грызунов дана по [21], систематика полевочьих по [22].

Материалы и методы. Верблюжка-2 – это жилое гнездо филина. В 2002 г. было отобрано небольшое количество костного материала с поверхности, т.к. гнездо было занято филинятами. В 2009 г. сбор ископаемого костного материала проводился осенью во время отсутствия филинят. Было заложено два шурфа, рыхлые отложения, содержащие костные остатки, снимали условными горизонтами. Шурф 1: на поверхности слабогумусированная серая супесь (горизонт 1, 0-1 см). Со 2 горизонта (1-3 см) до 4 горизонта (4-7 см) – светло-серая коричневатая супесь. С 5 горизонта (7-10 см) до 8 горизонта (20-25 см и до дна 25-28 см) идет светло-серая белесая супесь. Прослеживаются два этапа накопления. В работе представлен костный материал из шурфа 1, первый этап накопления рыхлых отложений: 1 и 4 горизонты; а также из второго этапа накопления костных остатков: 5 и 7 горизонты. Возраст отложений на данный момент нельзя определить точнее, чем относящийся к позднему голоцену, т.е. последние 4,2 тысячи лет назад. При этом очевидно, что самые верхние горизонты отложений формировались последние десятки-сотни лет.

Материалом для исследований послужили костные остатки пойкилотермных (Amphibia, Reptilia) и гомойотермных (Mammalia) позвоночных, обнаруженных в рыхлых отложениях гнезда филина Верблюжка-2 (шурф 1). Определение амфибий и рептилий проведено М.С. Тарасовой по костным остаткам с использованием определителей [23, 24], всего 720 костных остатков.

Хищные млекопитающие и среднеразмерные растительноядные млекопитающие (зайцы, сурки) определены А.И. Улитко, всего 25 костных остатков. Определение насекомоядных млекопитающих Eulipotyphla сделано Е.П. Изваримым; их остатки обнаружены только на поверхности гнезда филина Верблюжка-2, всего 2 остатка. Определение растительноядных мелких млекопитающих (грызуны и пищухи) осуществлено Е.А. Кузьминой с использованием определителей [25, 26], всего определено 1047 костных и зубных остатков. При определении ископаемых остатков всех обнаруженных позвоночных использовали эталонные коллекции

Лаборатории палеоэкологии и Зоологического Музея ИЭРиЖ УрО РАН (г. Екатеринбург). Для некоторых таксонов грызунов для диагностики использовали системы промеров: хомячки [27], обыкновенная и пашенная полевки [28], лесные полевки [29], мышовки [30, 31]. Учитывались морфологические особенности у группы мышей [32].

Всего из позднеголоценовых отложений местонахождения Верблюжка-2 определено 1794 костных остатков и зубов позвоночных животных.

Амфибии и рептилии, а также грызуны и зайцеобразные, обнаруженные в рыхлых отложениях гнезда филина Верблюжка-2, благодаря многочисленности и довольно четкой приуроченности к определенным типам местообитаний [33, 12], использованы для реконструкции условий среды в прошлом.

Результаты и обсуждение. Костные остатки пойкилотермных (Amphibia, Reptilia) и гомойотермных (Mammalia) позвоночных, обнаруженных в рыхлых позднеголоценовых отложениях гнезда филина Верблюжка-2 (шурф 1), представлены в *таблице 1.*

Таблица 1

Позднеголоценовые позвоночные из местонахождения Верблюжка-2

№	Таксон	2002 г., поверхность	Второй этап осадконакопления		Первый этап осадконакопления		Общий итог:
			2009 г., гор*. 1, 0-1 см	2009 г., гор. 4, 7-10 см	2009 г., гор. 5, 10-15 см	2009 г., гор. 7, 20-25 см	
Amphibia							
1	*Pelobates vespertinus*	-	1	-	-	-	1
2	Anura indet.	-	1	-	-	-	1
Reptilia							
3	*Lacerta agilis*	-	3	1	1	1	6
4	*Coronella austriaca*	-	-	2	-	-	2
5	*Natrix natrix*	1	3	-	-	-	4
6	*Elaphe dione*	50	405	27	11	3	496
7	Colubrinae indet.	-	1	-	-	-	1
8	Colubridae indet.	1	21	-	-	-	22
9	*Vipera renardi*	-	2	-	-	-	2
10	Serpentes indet.	14	161	9	1	-	185
Общий итог:		**66**	**598**	**39**	**13**	**4**	**720**
Mammalia							
Carnivora							
11	*Mustela nivalis*	-	-	1	1	1	3
12	Mustelidae	-	2	-	-	-	2
Eulipotyphla							
13	*Erinaceus europaeus*	2/1**	-	-	-	-	2
Lagomorpha							
14	*Lepus timidus*	5/2	-	-	2/1	-	7
15	*Ochotona pusilla*	18/2	98/12	18/3	5/1	-	139
Rodentia							
16	*Marmota bobak*	1	10/2	2/1	-	-	13
17	*Allactaga major*	1/1	8/3	1/1	-	-	10
18	*Sicista subtilis*	-	3/1	4/2	-	-	7
19	*Rattus* cf. *norvegicus*	-	5/2	1/1	-	-	6
20	*Apodemus uralensis*	-	2/2	1/1	-	-	3
21	*A*. ex gr. *uralensis-agrarius*	-	-	2/1	-	-	2
22	*Mus musculus*	-	-	1/1	-	-	1
23	*Cricetus cricetus*	11/4	48/11	-	-	-	59
24	*Allocricetulus eversmanni*	7/2	32/9	5/2	-	-	44
25	ex gr. *Allocricetulus-Cricetulus*	-	7/3	2/1	-	-	9

№	Таксон	2002 г., поверхность	Второй этап осадконакопления		Первый этап осадконакопления		Общий итог:
			2009 г., гор*. 1, 0-1 см	2009 г., гор. 4, 7-10 см	2009 г., гор. 5, 10-15 см	2009 г., гор. 7, 20-25 см	
26	ex gr. *Cricetulus-Phodopus*	-	1/1	-	-	-	1
27	*Ellobius talpinus*	73/19	359/88	54/15	24/7	2/2	512
28	*Clethrionomys glareolus*	-	3/2	1/1	-	-	4
29	*C.* ex gr. *glareolus-rutilus*	-	1/1	2/1	1/1	-	4
30	*Lagurus lagurus*	-	-	2/2	-	-	2
31	*Arvicola amphibius*	-	51/11	11/3	2/1	-	64
32	*Stenocranius gregalis*	1/1	-	-	-	-	1
33	*Alexandromys oeconomus*	-	1/1	1/1	1/1	-	3
34	*Microtus arvalis* s.l.	2/2	31/22	6/5	5/3	-	44
35	*M.* ex gr. *arvalis-agrestis*	3/3	4/4	2/2	1/1	-	10
36	*M. agrestis*	4/2	-	-	-	-	4
37	*Microtus* sp.	15	56	40	7	-	118
Общий итог:		**143**	**722**	**157**	**49**	**3**	**1074**

*гор. – горизонт, **/ – после «/» указано количество особей.

Находки амфибий в местонахождении единичны. Они представлены позвонком чесночницы Палласа *Pelobates vespertinus* и фрагментом кости голени, который идентифицирован до уровня Anura indet.

Рептилии представлены более полно. Присутствие прыткой ящерицы *Lacerta agilis* диагностировано по немногочисленным находкам элементов посткраниального скелета. Подавляющая часть костных остатков пресмыкающихся принадлежит узорчатому полозу *Elaphe dione*. Среди позвонков змей, сохранивших значимые для диагностики структуры, определены также обыкновенная медянка *Coronella austriaca*, обыкновенный уж *Natrix natrix* и восточная степная гадюка *Vipera renardi*.

Совместное присутствие чесночницы Палласа, прыткой ящерицы и восточной степной гадюки во втором этапе осадконакопления указывают на существование в окрестностях местонахождения герпетофаунистического сообщества степного типа. Наряду с этим обыкновенная медянка, обыкновенный уж и узорчатый полоз, остатки которого наиболее многочисленны, маркируют наличие широколиственных лесов в пойме и в понижениях рельефа.

Количество и таксономический состав остатков свидетельствует о значительной роли представителей герпетофауны, в частности пресмыкающихся, в питании филина в степной зоне южной оконечности Уральских гор. На данный момент Верблюжка-2 является самой южной точкой описания позднеголоценовой герпетофауны в пределах Южного Урала [15].

Находки мелкоразмерных хищников семейства куньих немногочисленны. Обыкновенная ласка *Mustela nivalis* единично встречается как в отложениях второго этапа осадконакопления ближе к поверхности (горизонт 4), так и в отложениях более раннего возраста (горизонты 5, 7). Единичные находки обыкновенного ежа *Erinaceus europaeus* обнаружены только в поверхностных сборах. В целом насекомоядные входят в спектр питания филинов, однако в отложениях Верблюжка-2 остатки этой группы животных не были обнаружены.

Степной сурок обнаружен в поверхностных сборах и верхних горизонтах Верблюжка-2. Остатки зайца-беляка присутствуют как в поверхностных сборах, так и в отложениях первого этапа осадконакопления (горизонт 5). Оба вида являются типичными для современной степной зоны.

Самой многочисленной группой позвоночных, представленных в отложениях Верблюжка-2, являются мелкоразмерные Rodentia и Lagomorpha. Всего в поверхностных и ископаемых сборах присутствует 22 таксона грызунов и пищух. Количество ископаемых остатков первого этапа осадконакопления мало – всего 48 зубов (горизонты 5, 7). При этом в горизонте 7 обнаружены всего 2 остатка, принадлежащие обыкновенной слепушонке (по этой

причине далее этот горизонт не рассматривается). Слепушонка доминирует в трех горизонтах (1, 4, 5). На втором месте по обилию находится луговой вид обыкновенная полевка. На третьем – степная пищуха и водяная полевка (околоводный вид), которые попадают в группу обычных видов. В эту группу в фауне первого этапа осадконакопления (горизонт 5) также входят полевка-экономка, лесные полевки из группы красная-рыжая, серые полевки из группы обыкновенная-пашенная. Редкие виды в данной фауне отсутствуют.

Главным отличием второго этапа осадконакопления (горизонты 1, 4) является большее количество степных (большой тушканчик, степная мышовка, хомячки, степная пеструшка), лесных (малая лесная мышь и рыжая полевка) и луговых (хомяк обыкновенный) видов. Маркером второго этапа осадконакопления является наличие в фауне синантропных видов – серой крысы и домовой мыши. Все отмеченные виды присутствуют в современной фауне региона.

Фауна поверхностных сборов местонахождения Верблюжка-2 описана ранее [17]. Доминирующий вид – обыкновенная слепушонка, а содоминантом является другой луговой вид – обыкновенный хомяк. В составе этой фауны присутствуют узкочерепная и пашенная полевки.

В структуре сообществ растительноядных мелких млекопитающих во всех горизонтах доминирует степная группа видов *(рисунок 1)*. Луговые и околоводные виды – на втором и третьем местах по степени доминирования. Доля лесных видов колеблется от 3% в первом до 7% в пятом горизонтах соответственно.

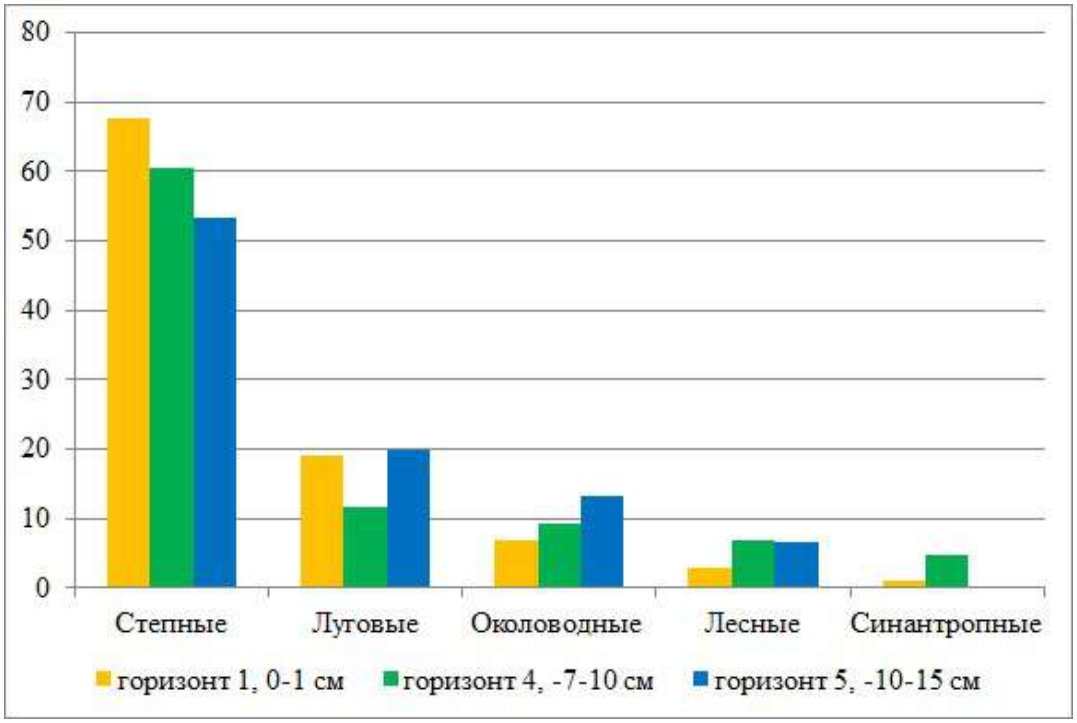


Рисунок 1. Доли остатков (%) растительноядных мелких млекопитающих местонахождения Верблюжка-2, выделенных по типам местообитаний.

Таким образом, можно описать два типа сообществ мелких млекопитающих позднего голоцена сменявших друг друга во времени: *позднеголоценовый степной с доминированием степных и луговых видов* (первый этап осадконакопления); *позднеголоценовый степной с доминированием степных, луговых видов и присутствием синантропных элементов* (второй этап осадконакопления).

Отмечено снижение доли мезофильных остатков растительноядных мелких млекопитающих (луговые, лесные и околоводные виды) от более ранних этапов осадконакопления ближе к современности на фоне нарастания доли ксерофильных (степных) видов *(рисунок 2)*. Это согласуется с изменениями в герпетофауне, характеризующимися появлением во втором этапе осадконакопления костных остатков степных видов амфибий и рептилий.

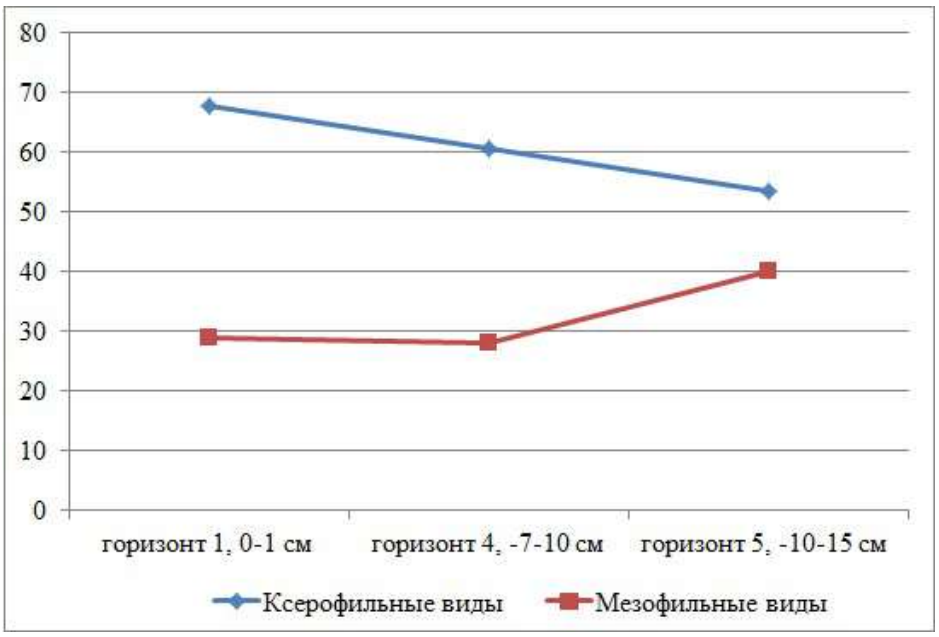


Рисунок 2. Динамика долей остатков (%) растительноядных мелких млекопитающих Верблюжка-2 по отношению к градиенту влажности.

Заключение. На основании определения 1794 костных и зубных остатков охарактеризованы позднеголоценовые позвоночные животные из рыхлых отложений гнезда филина Верблюжка-2. Обнаружено 37 таксонов пойкилотермных (Amphibia, Reptilia) и гомойотермных (Mammalia) позвоночных, входивших в спектр питания филина на протяжении двух этапов осадконакопления в позднем голоцене. Наиболее многочисленны остатки герпетофауны – 720 костных остатков, и фауны растительноядных мелких млекопитающих – 1047 зубных и костных остатков. В герпетофауне доминируют остатки узорчатого полоза. Среди представителей отряда хищников отмечено присутствие обыкновенной ласки. Из отряда насекомоядных в поверхностных отложениях обнаружен один вид – еж обыкновенный. Видом-доминантом в растительноядных сообществах мелких млекопитающих явилась обыкновенная слепушонка, содоминант – обыкновенная полевка. Описаны два типа степных сообществ мелких млекопитающих позднего голоцена с доминированием степных и луговых видов, сменявших друг друга во времени. Ближе к современности в сообществах появляются синантропные виды. Динамика ксерофильных видов растительноядных млекопитающих коррелирует с составом герпетофауны местонахождения.

Благодарности. *Авторы сердечно благодарят орнитологов к.б.н. Л.В. Коршикова (г. Оренбург) и д.б.н. В.К. Рябицева (г. Екатеринбург) за предоставление сведений о гнездах филина на г. Верблюжка, а также сотрудников ИЭРиЖ УрО РАН, помогавших в сборе данного материала – член-корр. РАН Н.Г. Смирнова и к.б.н. Ю.Э. Кропачеву.*

Исследования выполнены в рамках государственного задания Института экологии растений и животных УрО РАН.

Список литературы

1. Тесаков А.С. О предлагаемой новой схеме подразделения голоцена в международной стратиграфической шкале // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. 2015. № 74. С. 23-24.

2. Динесман Л.Г. Вековая динамика рецентных экосистем Северной Евразии // Экология в России на рубеже XXI века (наземные экосистемы). М.: Научный мир, 1999. С. 112-146.

3. Маркова А.К., Симакова А.Н., Пузаченко А.Ю. Экосистемы Восточной Европы в эпоху оптимума голоцена по флористическим и териологическим данным // Доклады Академии наук. 2003. Т. 391. № 4. С. 545-549.

4. Дмитриев А.И. Палеоэкологический анализ костных остатков мелких млекопитающих Прикаспия и генезис природных очагов чумы. Н. Новгород: Нижегород. гос. пед. ун-т, 2001. 168 с.

5. Erbajeva M.A., Khenzykhenova F.I., Alexeeva N.V., Late Pleistocene and Holocene environmental peculiarity of the Baikalian region, based on mammal associations and deposits // Quaternary International. 2011. Vol. 237. P. 39-44.

6. Агаджанян А.К. Пространственная структура позднеплейстоценовой фауны млекопитающих Северной Евразии // Археология, этнография и антропология Евразии. 2001. № 2(6). С. 2-19.

7. Khenzykhenova F.I. Paleoenvironments of Palaeolithic humans in the Baikal region // Quaternary International. 2008. Vol. 179. P. 53-57.

8. Дупал Т.А. Возможные причины вымирания желтой пеструшки на большей части плейстоценового ареала // Бюл. МОИП. Отдел биол. 2005. Т. 110. Вып. 4. С. 63-68.

9. Опарин М.Л. Изменения населения грызунов типичных и сухих степей Заволжья в XX веке // Систематика, палеонтология и филогения грызунов. СПб., 2005. С. 82-101.

10. Историческая экология животных гор Южного Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 245 с.

11. Стефановский В.В., Бородин А.В., Струкова Т.В. Корреляция аллювиальных и озерных отложений верхнего неоплейстоцена Южного Зауралья // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2003. Т. 11. № 4. С. 87-100.

12. Смирнов Н.Г., Кузьмина Е.А., Головачев И.Б., Фадеева Т.В. Узкочерепная полевка (Microtus greralis Pall.) в динамике зональных сообществ грызунов Северной Евразии // Экология. 2007. № 2. С. 117-123.

13. Kuzmina E.A. Late Pleistocene and Holocene small mammal faunas from the South Trans-Urals // Quaternary International. 2009. Vol. 201. P. 25-30.

14. Kosintsev P.A., Bachura O.P. Late Pleistocene and Holocene mammal fauna of the Southern Urals // Quaternary International. 2013. Vol. 284. P. 161-170.

15. Danukalova G., Kosintsev P., Yakovlev A., Yakovleva T., Osipova E., Kurmanov R., Th. van Kolfschoten, Izvarin E. Quaternary deposits and biostratigraphy in caves and grottoes located in the Southern Urals (Russia) // Quaternary International. Vol. 546. P. 84-124.

16. Князев А.В. Исследование зоогенных отложений пещер для выяснения истории биогеоценозов // Общие методы изучения истории современных экосистем. М., 1979. С. 129-141.

17. Kuzmina E.A., *Smirnov N.G., Ulitko A.I.* New data on Late Pleistocene–Holocene small mammal communities from the Ural-Sakmara interfluve, Southern Urals // Quaternary International. 2016. Vol. 420. P. 56-64.

18. Смирнов Н. Г., Кропачева Ю. Э. Основные и сопутствующие жертвы филина (*Bubo Bubo*) в задачах исторической экологии // Экология. 2019. № 5. С. 387-391.

19. Чибилев А.А. Степи Северной Евразии: эколого-географический очерк и библиография. Екатеринбург, 1998. 192 с.

20. Чибилев А.А., Симак С.В., Юдичев Е.Н. Млекопитающие Оренбургской области и их охрана: материалы для Красной книги Оренбургской области. Екатеринбург: Наука, 1993. 64 с.

21. Павлинов И.Я. Звери России: Справочник-определитель. Ч. 1, 2. Москва: Т-во науч. изд. КМК, 2019. 702 с.

22. Kryštufek B., Shenbrot G.I. Voles and Lemmings (Arvicolinae) of the Palaearctic Region. Maribor: University Press, 2022. 438 p. DOI: 10.18690/um.fnm.2.2022.

23. Szyndlar Z. Fossil snakes from Poland // Acta Zoologica Cracoviensia. 1984. Vol. 28. No 1. P. 1-156.

24. Ratnikov V.Y. Identification of some Eurasian species of Elaphe (Colubridae, Serpentes) on the basis of vertebrae // Russ. J. Herpetol. 2004. Vol. 11. No 2. P. 91-98.

25. Громов И.М., Ербаева М.А. Зайцеобразные и грызуны. (Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий; Определитель по фауне России; вып. 167). СПб: Зоол. ин-т, 1995. 522 с.

26. Бородин А.В. Определитель зубов полевок Урала и Западной Сибири. (Поздний плейстоцен – современность). Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 99 с.

27. Смирнов Н.Г. Хомячки Эверсманна и серый // Историческая экология животных гор Южного Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. С. 202-206.

28. Маркова Е.А., Бородин А.В. Определение видовой принадлежности полёвок рода *Microtus* Schrank, 1798 Урала и Западной Сибири по промерам переднего нижнего зуба // Фауна Урала и Сибири в плейстоцене и голоцене: сб. науч. тр. Челябинск: Изд-во «Рифей», 2005. С. 3-10.

29. Бородин А.В., Коурова Т.П., Маркова Е.А. Размерные характеристики щечных зубов лесных полевок *Clethrionomys (Craseomys) rufocanus, Cl. (Clethrionomys) glareolus, Cl. (Cl.) rutilus* (Arvicolinae, Rodentia) и их использование для видовой идентификации // Зоол. журн. 2005. Т. 84. № 2. С. 236-244.

30. Pucek Von Z. Familie Zapodidae Coues, 1875 – Hüpfmäuse // Handbuch der Säugetiere Europas. Wiesbaden: Akademische Verlagsgesellschaft, 1982. P. 497-538.

31. Фадеева Т.В. Морфологические характеристики голоценовых мышовок Южного Зауралья // Пространственно-временная динамика биоты и экосистем Арало-Каспийского бассейна: материалы II междунар. конф., посвящ. памяти Н.А. Зарудного (Оренбург, 9-13 окт. 2017 г.). Оренбург: ИПК «Университет», 2017. С. 369-374.

32. Зыков С.В., Струкова Т.В., Рупышева Т.А., Диагностика представителей семейства Muridae из голоценовых фаун Среднего Урала // Динамика экосистем в голоцене: материалы Второй Рос. науч. конф. Екатеринбург; Челябинск: Рифей, 2010. С. 77-81.

33. Bailon S, Rage JC. Amphibiens et reptiles du Quater-naire. Relations avec l'homme // Mémoires de la Société Géologique de France. 1992. Vol. 160. P. 95-100.

УДК 908
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-662-669

ЗАБРОШЕННЫЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ СТРОЕНИЯ И НЕИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ КАК СЛЕДСТВИЯ КАМПАНИИ ПО ОСВОЕНИЮ ЦЕЛИННЫХ И ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ И КАК «ВЫЗОВЫ» ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ РАЗВИТИЮ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

ABANDONED AGRICULTURAL BUILDINGS AND UNUSED TERRITORIES OF THE ORENBURG REGION AS A CONSEQUENCE OF THE CAMPAIGN FOR THE DEVELOPMENT OF VIRGIN AND FALLOW LAND AND AS "CHALLENGES" TO TERRITORIAL DEVELOPMENT AT THE PRESENT STAGE

*Кузьмина Е.Н., Свиридов И.С.
*Kuzmina E.N., Sviridov I.S.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
Institute of Steppe, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: *2001_vet@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены заброшенные сельскохозяйственные строения Оренбургской области. Заброшенные объекты представляют собой проблему неиспользуемых территорий, потенциальных рисков возникновения несанкционированных свалок бытовых отходов и источника потенциальных пожаров. Приведена качественная и количественная характеристика заброшенных объектов согласно экономическому делению региона.

В Оренбургской области количество заброшенных сельскохозяйственных строений увеличивается с запада на восток, равно как и заброшенных целинных и залежных земель.

Степень разрушения строений полная или частичная. Динамика заброшенных объектов сельского хозяйства экономически в подавляющем большинстве отрицательная, строения продолжают разрушаться.

Дальнейший учет, классификация, привязка к карте области по районам Оренбургской области необходимы для выявления и анализа потенциальных рисков для степных просторов региона.

Ключевые слова: заброшенные объекты сельского хозяйства, фермы, Оренбургская область, целинные совхозы, освоение целины, сжатие освоенного пространства.

Abstract. The article examines abandoned agricultural buildings in the Orenburg region. Abandoned sites present a problem of unused areas, potential risks of unauthorized waste dumping and a source of potential fires. The qualitative and quantitative characteristics of abandoned objects are given according to the economic division of the region.

In the Orenburg region, the number of abandoned agricultural buildings increases from west to east, as well as the increase in developed and abandoned virgin and fallow lands.

The degree of destruction of buildings is complete or partial. The economic dynamics of abandoned agricultural facilities is overwhelmingly negative; buildings continue to collapse.

Further recording, classification, and linking to a map of the region by district of the Orenburg region are necessary to identify and analyze potential risks for the steppe expanses of the region.

Key words: abandoned agricultural objects, farms, Orenburg region, virgin state farms, development of virgin lands, compression of developed space.

Введение. Социально-экономическая стабильность Российской Федерации обусловлена устойчивым развитием каждого её региона и должна базироваться на разумном потреблении природно-ресурсного, инфраструктурного и демографического ресурсов [1].

Степная зона для Российской Федерации является основной для сельскохозяйственного производства и концентрации сельского населения.

На сегодняшний день территория степных ландшафтов России характеризуется высокой степенью антропогенной деформации. Так, в последние десятилетия на обширной территории земледельческого пояса всё острее проявляются проблемы социально-экономической, экологической и, учитывая её приграничное положение, геополитической устойчивости [2, 3].

Оренбургская область входит в число крупнейших сельхозпроизводителей России и по размерам зернового поля занимает пятое место после Ростовской области, Алтайского, Краснодарского и Ставропольского краев.

Плодородные почвы являются одним из главных природных богатств нашей области, которую по праву называют в числе крупнейших житниц Российской Федерации. Оренбургская область обладает огромными земельными богатствами [4].

Степное Оренбуржье издавна славилось своим хлебом. На международных выставках не раз завоевывала золотые медали знаменитая во всем мире оренбургская пшеница твердых сортов с редким содержанием белка [5].

По мнению Балыкина Сергея Викторовича, первого вице-губернатора, первого заместителя председателя Правительства Оренбургской области, министра сельского хозяйства, торговли, пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области: «Аграрное производство во всей нашей области осуществляется в крайне сложных природно-климатических условиях, но еще в более жестких условия приходится работать аграриям восточного Оренбуржья. Есть и положительные моменты в аномалиях погоды, только в таких условиях и получается зерно с такими высокими показателями качества. Ведь именно восток области – это житница России по твердой пшенице» [6].

Природные факторы и особенности землепользования также оказывают существенное влияние на характер животноводческой отрасли Оренбуржья – на размеры животноводческих ферм, системы содержания и типы кормления животных. Наличие сухих пастбищ благоприятно влияет на овцеводческую отрасль; а высокий уровень распаханности земельных угодий влияет на увеличение концентрации поголовья животных [7].

Оренбургская область по количеству мясного скота в Российской Федерации уступает только Республике Калмыкии [8].

Животноводство распространено на всей территории области. Засушливые восточные районы благоприятны для разведения мясного скота. По поголовью крупного рогатого скота лидерами в Оренбургской области являются Акбулакский район (27 тыс. голов), Саракташский район (34,2 тыс. голов) и Ташлинский район (34,3 тыс. голов) [3].

В советский период в хозяйственный оборот вовлекались новые земельные ресурсы [2].

Освоением целинных и залежных земель занимались все районы области (кроме Асекеевского). Суммарно в Оренбуржье с 1954 по 1960 год было распахано 1395,3 тыс. га целинных и залежных земель, районами-лидерами стали Светлинский – 273,3, Адамовский – 236,6, Домбаровский – 156,9, Первомайский – 110,0, Кваркенский – 98,4, Новоорский – 93,3 и Беляевский – 60,8. Отнесение района к целинным происходило при одновременных условиях распашки новых земель и образования новых хозяйственных организаций, например, совхозов.

Итогами кампании по освоению целинных и залежных земель стало создание в регионе 43 совхоза – 33 на базе уже имеющихся колхозов, подсобных хозяйств и хозяйств заготскота, и 11 новых совхозов на базе целинных земель.

На сегодняшний день целинными хозяйствами производится пятая часть зерна области, в основном это ценные сорта пшеницы. Кроме того, целинные районы для области являются крупными производителями мяса, молока и шерсти [4, 9, 10].

В 1956 году Оренбургская область была награждена орденом Ленина за героический труд – было сдано 153 млн пуд. зерна государству. Область первой в стране среди других субъектов выполнила план хлебозаготовок. В 1968 году Оренбургская область второй раз была награждена орденом Ленина за выдающиеся успехи, достигнутые трудящимися в увеличении производства зерна и сдачу государству 260 млн пуд. зерна, что, несомненно является золотой страницей истории нашего края [9].

В середине 1990-х в Оренбуржье произошло массовое сокращение посевных площадей. Были стихийно запущены процессы самовосстановления степных экосистем на десятках миллионов гектар одновременно. Поднятая целина постепенно преобразовывалась во вторичные степи [11, 12].

За первые десять лет с 1992 по 2002 годы аграрного землепользования в России выбыло из оборота 26-28 млн га. В РФ сокращение посевных площадей превысило размеры целинных земель, распаханных в 50-60 годы. Процессы освоения целины и вывод земель из оборота в 1990-е и 2000-е годы по своим масштабам, стихийности и бессистемности, по отсутствию научно-обоснованной оценки аграрно-природного потенциала и социально-экономических условий местности, поразительно схожи.

Оставление плодоносящих земель вело к невостребованности значительных территорий. Для дальнейшего использования неиспользуемых сельскохозяйственных земель в степной зоне предложена классификация этих территорий:

– невостребованный земельный фонд – малопригодные территории для ведения любого вида сельскохозяйственной деятельности, либо удалённые от сельских населённых пунктов; территории не используются, на них активно протекают процессы восстановления биологического разнообразия; максимально пирогенны по природным и антропогенным причинам;

– маловостребованный земельный фонд – территории сельскохозяйственного назначения с биоклиматическим потенциалом достаточным для ведения сельскохозяйственной деятельности, но не вовлечённые в сельское хозяйство в связи с оттоком населения;

– земли, теряющие востребованность – территории сельскохозяйственного назначения, временно необрабатываемые и неиспользуемые вследствие длительного ухудшения демографической, социальной ситуации или неблагоприятной рыночной конъюнктуре, либо в связи с процедурой банкротства сельхозпроизводителя [12].

Сжатие ранее освоенных пространств – это идентичный процесс для всех развитых стран и в современной экономике. Это совокупность процессов, при которых происходит сокращение площадей, объектов освоенных территорий, поляризации населения и повсеместное сокращение численности сельского населения. Происходит сокращение количества сельских населённых пунктов. На их месте остаются заброшенные строения, в том числе агропромышленные [1, 2].

На современном этапе активно протекают процессы сжатия ранее освоенных земель или пространств, что рассматривается в качестве «вызова» для степных территорий. Под «вызовом» предполагается риск перехода негативного для пространственного развития явления от стадии потенциальной опасности к реальной угрозе, которая без должного реагирования при усугублении неминуемо приведёт к кризису.

Таким образом, заброшенные сельскохозяйственные объекты (фермы, здания, строения) и невостребованные территорий Оренбургской области мы рассматриваем как «вызов» в территориальном развитии Оренбургской области.

Целью работы было определено представление развернутой характеристики и перспективных путей развития неиспользуемых территорий и заброшенных объектов сельского хозяйства Оренбургской области.

Задачи работы, обусловленные поставленной целью:

1. Составить реестр заброшенных сельскохозяйственных комплексов с привязкой к сельским поселениям и экономическим районам области.
2. Предоставить качественную и количественную характеристику исследуемых объектов.
3. Рассмотреть пути дальнейшего развития заброшенных территорий и заброшенных объектов сельского хозяйства.

Материалы и методы. Статистические показатели не дают реального представления о географии Оренбургской области. Гораздо более точную картину дает использование данных дистанционного зондирования Земли.

Заброшенные объекты сельскохозяйственного производства, как правило, относятся к животноводческой отрасли, которые территориально связанны с сельскими поселениями. Заброшенные фермы хорошо узнаваемы на космических снимках. Фермы содержат коровники, скотные дворы, силосные ямы, загоны для скота, водонапорные башни, мастерские для сельхозтехники. Фермы крупные, прямоугольной формы, расположены одиночно или группами, на космоснимках отчетливо выделяются из застройки сельского поселения. Характер животноводства косвенно можно различить по особенностям строений [14].

Исследование заброшенных сельскохозяйственных комплексов Оренбургской области проводили поэтапно.

Была проведена расшифровка космических снимков области и получены точные территориальные сведения. Проанализированы спутниковые снимки ESRI, Яндекс, Google и Bing. На снимках отмечены заброшенные объекты. Выявлены полигоны неиспользуемых территорий с расположенными на них заброшенными объектами.

Полученные данные подвергнуты анализу. Определены территориальная привязка к населенному пункту, количество строений заброшенных объектов, сельскохозяйственная специализация, степень заброшенности (полная или частичная), количественная характеристика (одиночное строение или группа строений), характер хронологической динамики (положительная или отрицательная).

Ниже мы приводим ряд маркеров для определения статуса заброшенности/функционирования строений, которые применялись нами в ходе выполнения работы:

– транспортные артерии – наличие либо отсутствие транспортных связей у заброшенных объектов являются прямым доказательством наличия либо отсутствия функционирования строений. Дороги хорошо детектируются на космоснимках. Строения однозначно идентифицируются заброшенными при отсутствии дорог, ведущих к таким зданиям.

– сельскохозяйственная техника – машинно-тракторные парки и машины заметны на снимках спутников и дают представление о наличии сельскохозяйственной деятельности, дифференцируя заброшенные объекты от функционирующих.

– растительность – древесная и кустарниковая просматривается со спутниковых снимков, зачастую отсутствует у действующих строений, её вырубают. Заброшенные строения практически всегда облачены зеленью (д. Первомайск Кувандыкского ГО, п. Холодные ключи, п. Приуральский, с. Каменноозерное Оренбургского района, с. Татарская Каргала Сакмарского района, с. Советское, с. Сергиевка Первомайского района, с. Каменногорское Северного района, с. Кирсановка Тоцкого района).

– животные – в некоторых случаях расшифровка спутниковых снимков позволяет увидеть и самих животных, содержащихся в открытых загонах.

Сопоставление разновременных космоснимков позволило хронологически выявить отследить процессы разрушения или восстановления и реконструкции строений.

Специализация совхозов и колхозов была определена при помощи топографических карт. Обозначения на топокартах (https://nakarte.me/ и др.) нередко содержат важную информацию о характере сельскохозяйственного производства – молочно-товарная ферма (МТФ), свинотоварная ферма (СТФ), овце-товарная ферма (ОТФ), птице-товарная ферма (ПТФ), тепличное хозяйство (тепл) или же сведения о расположении скотных дворов, загонов, сараев и прочих строений.

Были использованы архивные данные Оренбургской области начиная с 30-х годов XX века. Материалы районных газет дали ценные сведения о характере действующих колхозов и совхозов, которые фактически являются объектами сельскохозяйственного производства – руинами [15, 16].

Полевые исследования позволили непосредственно посетить и оценить фактическое состояниезаброшенных объектов сельского хозяйства [17, 18].

В 2022-2023 годах были исследованы районы области согласно экономическому разделению:

– западный экономический район – Северный, Бугурусланский, Бузулукский, Красногвардейский, Тоцкий и Первомайский районы;

– центральный экономический район – Октябрьский, Сакмарский, Переволоцкий, Оренбургский, Беляевский, Акбулакский районы;

– восточный экономический район – Адамовский, Домбаровский, Кваркенский, Новоорский, Светлинский районы, а также Гайский и Кувандыкский ГО.

Предложены пути дальнейшего развития заброшенных строений сельского хозяйства.

Результаты и обсуждение. Качественно заброшенные объекты производства сельского хозяйства Оренбургской области представляют собой разнородную группу строений.

По степени разрушения представлены как полностью разрушенные объекты, так и частично.

Полностью разрушенные строения не имели крыш, стен, имелись фундаменты строений. При расшифровке космических снимков мы отмечали подобные строения. Фактически такие строения на месте ничем себя не выдают, так как они полностью нивелированы на плоскости *(рисунок 1)*. Они неразличимы и потому, что покрыты растительностью (п. Приуральский Оренбургского района, с. Ибрагимово Кувандыкского городского округа, п. Зауральный Оренбургского района).

Частично разрушенные объекты характеризуются частично сохранными кровлями крыш и стенами. Такие объекты нередки на территории области *(рисунок2)*.

Частично разрушенные объекты могут быть полностью заброшенными или же частично функционирующими. Часть строений были использованы, например, для содержания животных или в качестве складских помещений. Часть строений при этом подвергались процессам разрушения.



Рисунок 1. Полное разрушение МТФ в селе Новоборискино Северного района.

Стоит обратить внимание, что встречались заброшенные сельскохозяйственные объекты с большим количеством строений. В них строения находились на разной стадии разрушения. Имелись вполне сохранные, «законсервированные» здания вместе с полностью разрушенными (с. Каменноозерное Оренбургского района).



Рисунок 2. Частичное разрушение ферм в селе Сергиевка Первомайского района.

Одной из задач было исследование дальнейших путей развития заброшенных строений сельского хозяйства. Важно определение дальнейшей экономической целесообразности или нецелесообразности использования таких объектов. В связи с этим мы предлагаем разделение заброшенных объектов по возможности/невозможности их вторичного применения, условно разделяя на положительную и отрицательную динамику.

К положительной динамике нами были отнесены:

– реконструкция, восстановление и дальнейшее применение строений;

– застройка территорий заброшенных сельскохозяйственных комплексов жилым массивом, или селитебная застройка.

К отрицательной динамике мы отнесли:

– несанкционированные свалки твердых бытовых отходов;

– возникновение пожаров.

Негативным последствием наличия невостребованных территорий заброшенных сельскохозяйственных комплексов являются многочисленные несанкционированные свалки твердых бытовых отходов, которые также хорошо просматриваются на спутниковых снимках. Констатируем ежегодно увеличение числа и размера таких объектов на территории области. Риск возникновения пожаров на мусорных свалках высок. Свалки отходов отмечены в п. Карагач Беляевского района, д. Юлгулта Кувандыкского ГО, с. Комиссарово Октябрьского района,

п. Холодные ключи, п. Зауральный, п. Приуральский Оренбургского района, с. Соковка Северного района.

Количественно заброшенные объекты производства сельского хозяйства Оренбургской области представлены разнородно.

Имеются небольшие комплексы с парой построек (с. Казачья Губерля, х. Сучково Ущелье, х. Известковый Гайского ГО, п. Уранбаш Октябрьского района, с. Сергиевка Первомайского района).

Имеются заброшенные объекты в несколько десятков строений (п. Светлый Сакмарского района – 39 строений в совокупности по всем сельскохозяйственным комплексам).

Территория неиспользуемых земель, находящаяся под заброшенными сельскохозяйственными объектами, была в интервале значений от 1,8 га (х. Сучково Ущелье Гайского ГО) до 50 га (п. Карагач Беляевского района). В некоторых случаях площадь территории заброшенных ферм была примерно равна или превышала площадь сельского населенного пункта.

Заброшенные сельскохозяйственные объекты западного экономического района:

В Бугурусланском районе 62 заброшенных строения в 21 населенном пункте из 75 фактически населенных в этом районе, преобладают МТФ (Верхнепавлушкино, Мордовский Бугуруслан). Имеются как одиночные, так и групповые строения. Динамика абсолютная отрицательная.

В Бузулукском районе найдены 70 заброшенных строения в 19 сельских поселениях из 83. МТФ находились в населенных пунктах Подколки, Троицкое, Мотовилово, СТФ – в Обухове. Объекты расположены группами и одиночно. Динамика абсолютная отрицательная.

В Красногвардейском районе исследовано 100 заброшенных объектов в 25 населенных пункта из 59. МТФ отмечены в сельских поселениях Яшкино, Александровка, Фрунзенский, Степной, Комсомолец, Юлты. Строения групповые, полностью или частично разрушены. Динамика развития отрицательная.

Таким образом, западный экономический район характерен тем, что заброшенные объекты его чаще представлены молочно-товарными фермами. Строения расположены группами. В районах от 62 до 100 строений. В подавляющем большинстве полностью разрушены. Динамика таких построек отрицательная.

Заброшенные сельскохозяйственные объекты центрального экономического района:

В Беляевском районе выявлено 152 заброшенных строения в 17 населенных пунктах из 32 района. МТФ указаны в сельских поселениях Цветочное, Буртинский, Карагач; ОТФ – в Новой Воротовке. Строения групповые, в подавляющем большинстве полностью разрушены. Динамика отрицательная, в единичных случаях положительная.

В Октябрьском районе выявлено 135 заброшенных строения в 15 населенных пунктах из 46. ОТФ указаны в поселениях Комиссарово, Портнов, Уранбаш; СТФ – на севере поселения Портнов. Строения чаще групповые. Степень разрушения как полная, так и частичная, примерно в равных случаях. Динамика абсолютная отрицательная.

Следовательно, центральный экономический район характерен тем, что заброшенные объекты его чаще всего это МТФ и ОТФ. Количество заброшенных строений по районам колеблется в пределах 135-152. Строения расположены группами. Степень разрушения как частичная, так и полная. Дальнейшая динамика отрицательная, в редких случаях положительная.

Заброшенные сельскохозяйственные объекты восточного экономического района:

В Адамовском районе выявлено 148 заброшенных строений в 26 населенных пунктах из 40. ОТФ отмечены в населенных пунктах Коскуль, Энбекши, Кусем, Жуламансай, Мещеряковский, Каинсай, Белополье, Нижняя Кийма. МТФ были расположены в поселениях Елизаветинка, Каинсай, Нововинницкое, Джарлинский, Айдырлинск, Красноярск, Джасай, Заполье, Джарбутак и Комсомольский. ПТФ функционировали прежде в поселениях Брацлавка, Джарбутак, СТФ – Теренсай. Степень разрушения строений полная или частичная. Расположены чаще группами. Присутствуют комплексы с частично заброшенными и частично функционирующими строениями. Динамика отрицательная, в единичных случаях положительная (селитебная застройка, размещение скота, отведение земельного участка под сенокошение).

В Домбаровском районе выявлено 180 заброшенных строений. ПТФ действовали в Байты, МТФ – в поселках Корсунский, Архангеловское, Прибрежный, две ОТФ – в населенном

пункте Ушкатты. Строения расположены чаще группами. Степень разрушения в подавляющем большинстве полная. Динамика отрицательная, в единичных случаях положительная.

В Новоорском районе найдено 132 заброшенных строения в 13 населенных пунктах из 2. ПТФ действовали в Чапаевке, МТФ – в Красноуральске, а СТФ – в Можаровке. Строения расположены одиночно и группами. Степень разрушения в подавляющем большинстве полная. Динамика абсолютная отрицательная.

В Кваркенском районе выявлено 240 заброшенных строений в 35 населенных сельских пунктах из 41. МТФ указаны в поселках Алексеевка, Уртазым, Безымянный, Приморск. СТФ – в Кировске, ОТФ – в Красноармейском. Строения располагаются одиночно и группами. Степень разрушения полная, нередко частичная. Динамика абсолютная отрицательная.

На территории Кувандыкского ГО присутствуют 284 заброшенных объекта в 13 сельских населенных пунктах из 23. МТФ присутствовали в поселках Юлгулта, Куруил, Краснознаменка, Подгорное, Маячный, Новая Ракитянка, Юмагузино, Сарбай. ОТФ указаны в поселках Краснознаменка, Залужье. ПТФ – в поселке Блявтамак. Объекты расположены чаще группами. Степень разрушения в подавляющем большинстве полная. Динамика абсолютная отрицательная.

Можно заключить, что восточный экономический район характерен тем, что заброшенные строения сельскохозяйственного назначения в прошлом – это, в основном, МТФ и ОТФ, иногда ПТФ и СТФ. Количество заброшенных строений колеблется от 118 до 283 единиц. Строения расположены, в основном, группами. Степень разрушений почти всегда полная. Дальнейшая динамика таких строений отрицательная.

В целом, по Оренбургской области количество заброшенных сельскохозяйственных строений минимально в западном экономическом районе, растет в центральном и достигает максимальных значений в восточном экономическом районе, увеличиваясь, таким образом, территориально с запада на восток. Такое явление связываем с линейным увеличением освоенных целинных и залежных земель также с западом на восток.

Выводы. Данные топографических карт, регионального архива и осмотр заброшенных строений подтверждают высокий уровень развития животноводства на территории области. Заброшенные разрушающиеся фермы скотоводства, овцеводства, свиноводства и птицеводства широко распространены в экономических районах Оренбургской области.

В Оренбургской области количество заброшенных сельскохозяйственных строений увеличивается с запада на восток, что объясняется прямой зависимостью с увеличением вначале освоенных и далее брошенных целинных и залежных земель в восточном направлении.

Полная степень разрушений ферм отмечена в западном и восточном экономических районах. В центральном экономическом районе заброшенные фермы разрушены полностью или частично.

Динамика заброшенных объектов сельского хозяйства экономически в подавляющем большинстве отрицательная.

Дальнейший учет, классификация, привязка к карте области по районам Оренбургской области необходимы для выявления и анализа потенциальных рисков для степных просторов региона.

Исследование выполнено по теме Государственного задания Института степи АААА-А21-121011190016-1 «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем».

Список литературы

1. Чибилев А.А., Соколов А.А., Руднева О.С. Лебедева Т.В., Туктамышева Л.М., И.С. Свиридов. Картографический анализ современного социально-эколого-экономического состояния пространственного развития степных регионов России. Т. 2. Оренбург, 2023. 51 с.

2. Чибилев А.А., Соколов А.А., Руднева О.С., Святоха Н.Ю., Чибилева В.П., Григоревский Д.В., Мелешкин Д.., Филимонова И.Ю., Ахметов Р.Ш. Картографический анализ современного социально-эколого-экономического состояния пространственного развития степных регионов России. Т. 1. Оренбург, 2022. 61 с.

3. Географический атлас Оренбургской области / Соколов А.А., Чибилев А.А., Руднева О.С. [и др.]. Оренбург, 2020. 160 с.

4. Статистический ежегодник Оренбургской области. 2014: Стат.сб. / Оренбургстат. О65. Оренбург, 2014. 566 с.

5. Статистический ежегодник Оренбургской области. 2023: Стат.сб. / Оренбургстат. О65. Оренбург, 2023. 464 с

6. Министерство сельского хозяйства Оренбургской области, 2022. URL: https://mcx.orb.ru/presscenter/news/56509/(дата обращения: 29.02.2024).

7. Котов Г.Г., Бородина И.А. Оптимальные размеры колхозов. М.: Колос, 1970.

8. Каюмов Ф.Г. Развитие мясного скотоводства в целинных районах Оренбуржья // Вопросы степеведения. 2014. Т. 60. С. 15.

9. Футорянский Л.Ф. Из истории освоения целинных и залежных земель в Оренбургской области. Оренбург, 1988.

10. Футорянский Л.Ф. История Оренбуржья. Оренбург, 1988 352 с.

11. Левыкин С.В., Казачков Г.В. Целине – 60: новый взгляд на истоки. Последствия и сущность // Вопросы степеведения. 2014. № 11. С. 26-37.

12. Чибилев А.А., Левыкин С.В., Чибилев А.А., Казачков Г.В. Невостребованность земель как социально-экономическая проблема постцелинных регионов (на примере Оренбургской области) // Вопросы степеведения. 2014. № 11. С. 6-14.

13. Семенов Е.А. Освоение целинных земель России и Казахстана: уроки антропогенного преобразования природной среды // Вопросы степеведения. 2014. № 11. С. 18-25.

14. Нефедова Т.Г., Старикова А.В., Трейвиш А.И., Шелудков А.В. Староосвоенные районы Европейской России и Урала. Свидетельство о регистрации базы данных 2021621439, 01.07.2021. Заявка № 2021621302 от 23.06.2021. С.111-118.

15. Материалы архивов о сельскохозяйственных предприятиях Оренбургской области. URL: http://orensteppe.org/article/materialy-arhivov-o-selskohozyaystvennyh-predpriyatiyah-orenburgskoy-oblasti (дата обращения: 29.02.2024).

16. Материалы архивов о трудящихся колхозов и совхозов Оренбургской области. URL:http://orensteppe.org/article/materialy-arhivov-o-trudyashchihsya-kolholzov-i-sovhozov-orenburgskoy-oblasti-giperssylki (дата обращения: 29.02.2024).

17. Характеристика заброшенных сельскохозяйственных объектов Оренбургской области. URL: http://orensteppe.org/article/territorii-zabroshennyh-selskohozyaystvennyh-obektov-orenburgskoy-oblasti(дата обращения: 29.02.2024).

18. Характеристика заброшенных строений в разрезе экономических районов Оренбургской области. URL: http://orensteppe.org/article/harakteristika-zabroshennyh-stroeniy-v-razreze-ekonomicheskih-rayonov-orenburgskoy-oblasti (дата обращения: 29.02.2024).

УДК 630*181.2: 57.044
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-670-674

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ И ЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ НА НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ЛЕСОСТЕПНОГО ЮЖНОГО ПРИУРАЛЬЯ

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL JUSTIFICATION OF FOREST RESTORATION AND PROTECTIVE AFESTORATION IN DISTURBED TERRITORIES OF THE FOREST-STEPPE SOUTH URAL REGION

Кулагин А.Ю. [1], Гиниятуллин Р.Х. [2]
Kulagin A.Yu., Giniyatullin R.Kh.

Уфимский институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия
Ufa Institute of Biology of the Ufa Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

E-mail: [1]coolagin@list.ru, [2]grafak2012@yandex.ru

Аннотация. В лесостепных условиях Южного Приуралья региональные геохимические особенности и деятельность горнорудных предприятий приводят к повышению содержания металлов в окружающей среде (атмосфера, почвенный покров, водные объекты). Естественные ивняки выступают звеном в оптимизации экологической обстановки речных долин (реки Таналык, Худолаз и Карагайлы). В листьях, ветвях, коре и корнях ивы трехтычинковой (*Salix triandra* L.) аккумулируются металлы. Среднее содержание металлов в различных органах не превышает нормативов, установленных для растений. По среднему содержанию в различных органах ивы трехтычинковой металлы образуют следующий ряд по убыванию: Fe > Mn > Zn > Cu > Cd > Pb. Наибольшие значения содержания металлов отмечаются в растениях ивы трехтычинковой, произрастающих в пойме р. Карагайлы. Показано, что ивовые насаждения выполняют защитную функцию в части накопления металлов в органах и ограничивают миграцию металлов в окружающей среде. Проведение мероприятий по лесовосстановлению и защитному лесоразведению в долинах и поймах рек в лесостепном Южном Приуралье с использованием видов рода *Salix* L. – быстрорастущих высокопродуктивных древесных растений, устойчивых к промышленным загрязнителям позволяет увеличить долю лесопокрытой площади и улучшить экологическую обстановку в регионе.

Ключевые слова: Южное Приуралье, поймы рек, *Salix triandra* L., аккумуляция металлов, защитное лесоразведение охрана окружающей среды.

Abstract. In the forest-steppe conditions of the Southern Urals, regional geochemical features and the activities of mining enterprises lead to an increase in the content of metals in the environment (atmosphere, soil cover, water bodies). Natural willow forests act as a link in optimizing the ecological situation of river valleys (the Tanalyk, Khudolaz and Karagaily rivers). Metals accumulate in the leaves, branches, bark and roots of willow (*Salix triandra* L.). The average content of metals in various organs does not exceed the standards established for plants. According to the average content in various organs of *S. triandra*, metals form the following descending series: Fe > Mn > Zn > Cu > Cd > Pb. The highest values of metal content are observed in *S. triandra* plants growing in the floodplain of the Karagaily river. It has been shown that willow plantings perform a protective function in terms of the accumulation of metals in organs and limit the migration of metals in the environment. Carrying out measures for reforestation and protective afforestation in the valleys and floodplains of rivers in the forest-steppe Southern Urals using species of the genus *Salix* L. – fast-growing, highly productive woody plants resistant to industrial pollutants allows to increase the share of forested area and improve the environmental situation in the region.

Key words: Southern Urals Region, river floodplains, *Salix triandra* L., accumulation of metals, protective afforestation, environmental protection.

Введение. Регион Южного Приуралья характеризуется наличием месторождений полезных ископаемых [1-3], разработка которых приводит к значительным нарушениям природного комплекса и загрязнению окружающей среды [4]. Одним из аспектов последствий разработки месторождений, обогащении руд является загрязнение водных ресурсов [5-7]. В контрастных лесорастительных условиях резко континентального климата Южного Приуралья и Зауралья сформировался мозаичный растительный покров [8].

Актуальным вопросом выступает оценка роли пойменной растительности в ограничении распространения загрязнителей в окружающей среде [9-12]. В качестве основных загрязнителей вод рек Таналык, Худолаз и Карагайлы в Зауралье отмечены Cu, Zn, Mn и Fe [13]. В регионе в составе ивняков в поймах рек распространена ива трехтычинковая (*Salix triandra* L.). Относительное жизненное состояние пойменных насаждений ивы трехтычинковой в условиях антропогенного загрязнения в среднем характеризуется как «здоровое».

Цель исследования – характеристика особенностей накопления металлов в органах ивы трехтычинковой в естественных насаждениях в поймах рек Таналык, Худолаз и Карагайлы в условиях загрязнения вод промышленными предприятиями Южного Приуралья и Зауралья.

Материалы и методы. Исследования проводились на территории 10 участков: на 4 створах р. Таналык, на 3 створах р. Худолаз и на 3 створах р. Карагайлы *(рисунок 1)*.

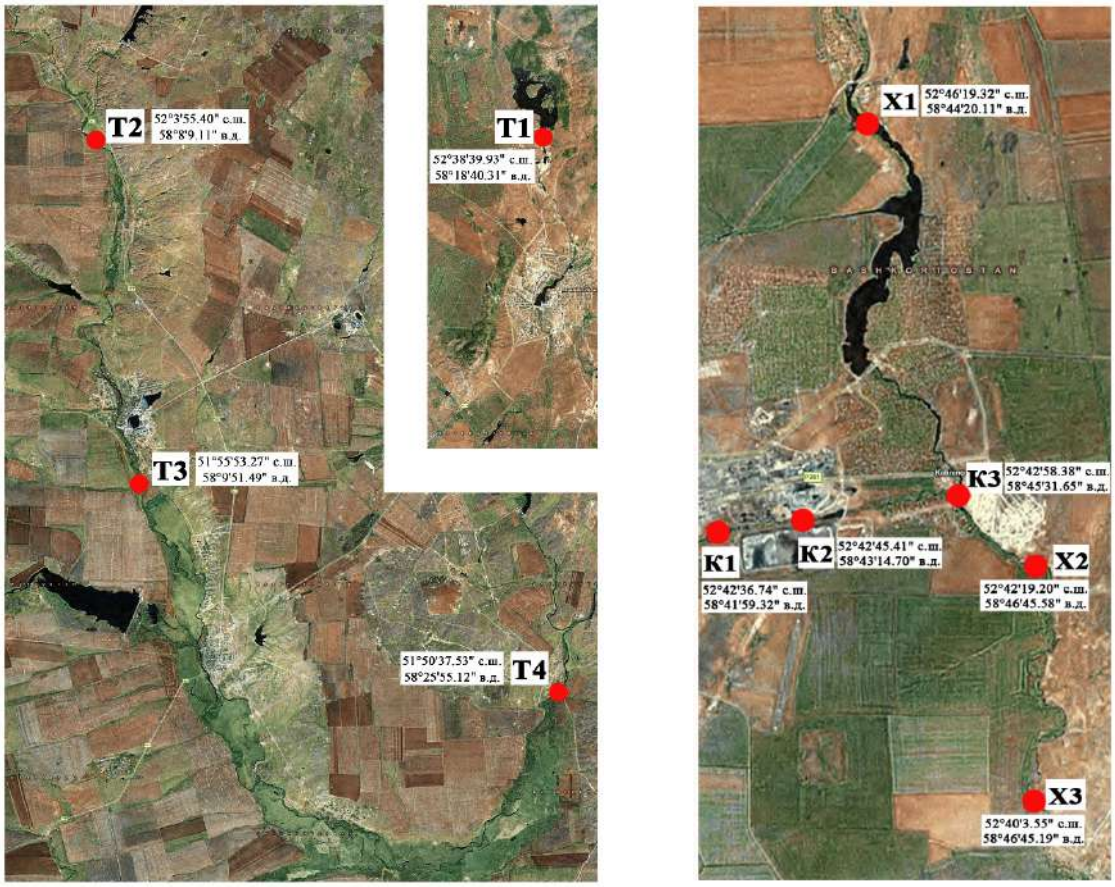


Рисунок 1. Карта расположения участков проведения исследований на рр. Таналык, Худолаз и Карагайлы (условные обозначения приведены в тексте).

Створы р. Таналык: Т1 – фоновый (выше г. Баймак), Т2 – выше п. Бурибай (п. Самарское, до приема стоков Бурибайского ГОК), Т3 – ниже п. Бурибай (на 1 км выше данного створа осуществляет сброс сточных вод Бурибайский ГОК), Т4 – замыкающий (п. Мамбетово, граничит с Оренбургской областью). Створы р. Худолаз: Х1 – фоновый (п. Казанка), Х2 – ниже п. Калинино (после впадения стоков предприятий г. Сибай), Х3 – замыкающий (п. Новопокровский, пограничный с Челябинской областью). Створы р. Карагайлы (правобережный приток р. Худолаз): К1 – ниже сброса шахтных вод Сибайского филиала УГОК, К2 – ниже сброса сточных вод очистных сооружений (ОС) ООО «Водосбыт», К3 – устье.

Объекты исследования – естественные насаждения ивы трехтычинковой (*Salix triandra* L. forma discolor), расположенные на пойменных участках рек *(рисунок 1)*.

При сборе и анализе образцов растительного материала руководствовались общепринятыми методами [14-18]. Содержание элементов (Cu, Zn, Mn, Fe, Pb, Cd) в образцах определялось методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии с пламенной атомизацией (ацетилен-воздух) на приборе Contr AA 300, Analytik Jena.

Использовались стандартные методы статистической обработки фактического материала [19, 20].

Результаты исследований и их обсуждение. Распределение металлов в органах ивы трехтычинковой неоднородно и связано с удаленностью от источника загрязнения *(рисунок 2).* Максимальные концентрации металлов отмечаются у растений, произрастающих в зоне воздействия предприятий горнопромышленного комплекса, что согласуется с результатами ряда исследований [21, 22].

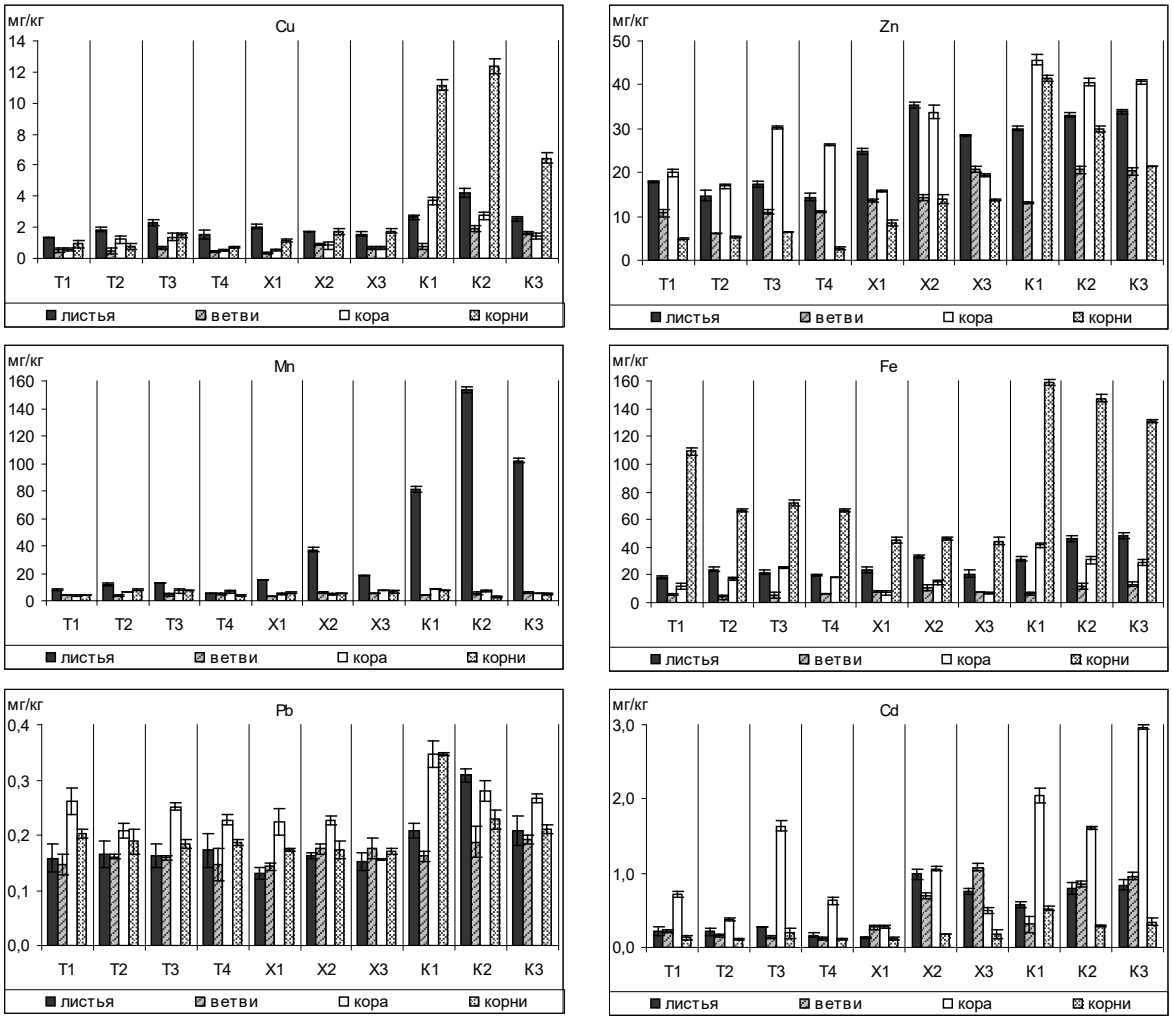


Рисунок 2. Содержание металлов в различных органах ивы трехтычинковой (*Salix triandra* L. *f. discolor*), произрастающих в поймах рек Таналык, Худолаз и Карагайлы (мг/кг сух. в-ва) (условные обозначения приведены в тексте).

Установлено неравномерное накопление металлов в различных органах ивы трехтычинковой – наибольшее содержание Cu отмечается в листьях и корнях, Zn – в коре и листьях, Mn – преимущественно в листьях, Fe – в корнях, Pb и Cd – в коре *(рисунок 3)*.

Поступление металлов в растения определяется физико-химическими особенностями элементов, ландшафтно-геохимическими условиями их миграции, способностью растений к аккумуляции металлов в органах и их физиологической ролью в метаболических процессах [23]. По долинам рек с речным стоком происходит миграция промышленных загрязнителей, в том числе и металлов [24]. Естественные ивняки выступают звеном в оптимизации экологической обстановки речных долин, о чем свидетельствует способность аккумулировать ряд техногенных металлов [25, 26]. Данное обстоятельство определяет перспективность проведения мероприятий по лесовосстановлению и защитному лесоразведению в долинах и поймах рек в лесостепном Южном Приуралье. Использование видов рода *Salix* L. – быстрорастущих высокопродуктивных древесных растений, устойчивых к промышленным загрязнителям позволяет увеличить долю лесопокрытой площади и улучшить экологическую обстановку в регионе.

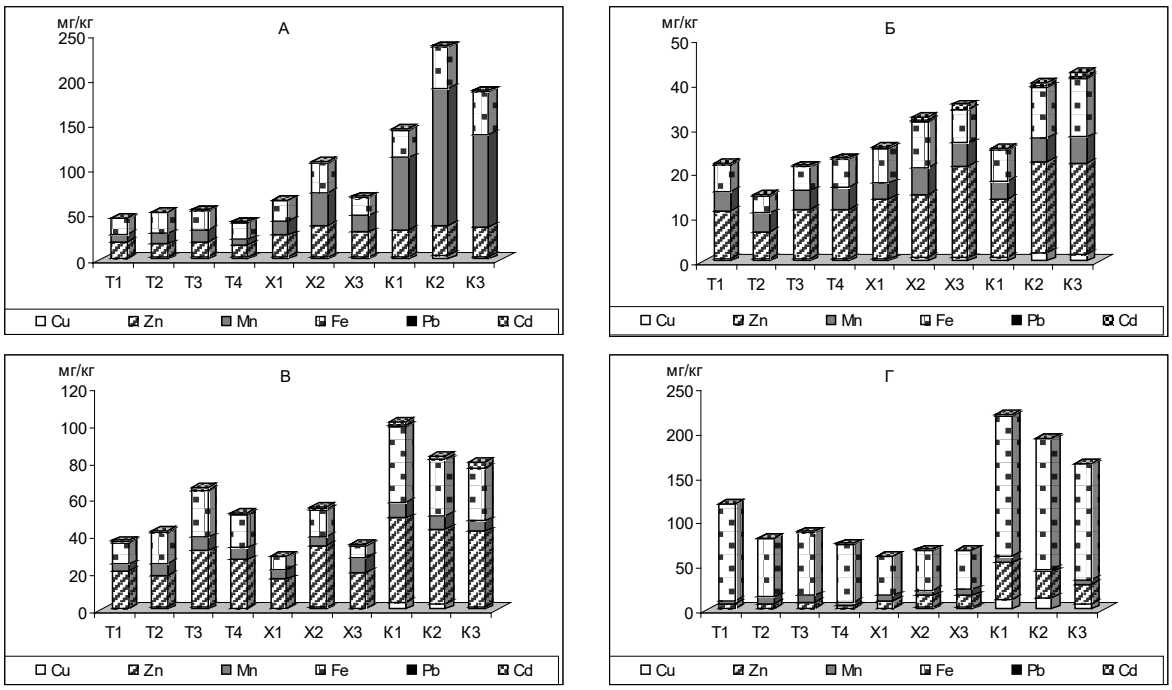


Рисунок 3. Соотношение металлов в различных органах ивы трехтычинковой (*Salix triandra* L. *f. discolor*), произрастающих в поймах рек Таналык, Худолаз и Карагайлы (мг/кг сух. в-ва) (А – содержание элементов в листьях, Б – в ветвях, В – в коре, Г – в корнях; условные обозначения приведены в тексте).

Заключение. Региональные геохимические особенности и деятельность горнорудных предприятий в Южном Приуралье и Зауралье обуславливают повышенные концентрации металлов в воде рек и в донных осадках [27, 28]. Среднее содержание металлов в различных органах ивы трехтычинковой в целом не превышает нормативов, установленных для растений. По среднему содержанию в различных органах ивы трехтычинковой металлы образуют следующий ряд по убыванию: Fe > Mn > Zn > Cu > Cd > Pb. Наибольшие значения содержания металлов отмечаются в растениях ивы трехтычинковой, произрастающих в пойме р. Карагайлы. Таким образом, прибрежные ивовые насаждения выполняют защитную функцию в части накопления металлов в органах и ограничивают миграцию металлов в окружающей среде.

Исследования выполнены с использованием оборудования центра коллективного пользования «Агидель» в рамках плановых исследований по бюджетной теме № 123020700152-5 FMRS-2023-0008 «Устойчивость лесообразующих древесных видов и эколого-биологические адаптации с учетом антропогенной трансформации ландшафтно-природных комплексов».

Список литературы

1. Чибилёв А.А., Левыкин С.В., Рябуха А.Г. Актуальные проблемы современного степеведения // Аридные экосистемы. 2012. № 4. С. 97-101.

2. Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. С. 312.

3. Абдрахманов Р.Ф., Ахметов Р.М. Влияние техногенеза на поверхностные и подземные воды Башкирского Зауралья и их охрана от загрязнения и истощения // Ежегодный геологический сборник. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2007. № 6. С. 266-269.

4. Ильин В.Б., Степанова М.Д. О фоновом содержании тяжелых металлов в растениях // Изв. Сиб. Отд. АН СССР. Сер. Биол. науки. 1981. № 5/1. С. 26-32.

5. Балков В.А. Водные ресурсы Башкирии. Уфа: Башкнигоиздат, 1978. С. 176.

6. Гареев А.М. Реки и озера Башкортостана. Уфа: Китап, 2001. С. 260.

7. Смирнова Т.П. Роль химико-биологических факторов в формировании экологического состояния малых рек в зоне влияния горно-обогатительных комбинатов: Автореф. дисс… канд. хим. наук. Казань, 2009. С. 11.

8. Курманова Л.Г., Курманов Р.Г., Кулагин А.Ю. Геоботаническая характеристика растительных сообществ долин рек Таналык, Худолаз и Карагайлы // Известия Самарского науч. центра РАН, 2012. Т. 14. № 1. С. 94-99.

9. Elowson S. and Christersson L. Purification of groundwater using biological filters // in P. Aronsson

and K. Perttu (eds), Willow Vegetation Filters for Municipal Wastewater and Sludges, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. 1994. P. 219-223.

10. Eltrop L., Brown G., Joachim O. and Brinkmann K. Lead tolerance of Betula and Salix in the mining area of Mechernich / Germany // Plant Soil. 1991. P. 131, P. 275-285.

11. Hammer D., Kayser A., Keller C. Phytoextraction of Cd and Zn with Salix viminalis in field trials // Soil Use and Management. 2003.No 19. P. 187-192.

12. Ling T., Jun R., Fangke Y. Effect of cadmium supply levels to cadmium accumulation by Salix // Int. J. Environ. Sci. Tech. Summer, 2011. No 8 (3). P. 493-500.

13. Опекунова М.Г. Оценка экологического состояния почв в районе воздействия горнорудных предприятий Южного Урала. // Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной и экологической безопасности России. Материалы международной научной конференции посвященной 165-летию со дня рождения В.В. Докучаева. СПб, 2011. С. 440-442.

14. Сукачев В.Н. Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1966. 333 с.

15. Алексеев В.А. Некоторые вопросы диагностики и классификации поврежденных загрязнением лесных экосистем // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение // Л.: Наука, 1990. С.38-54.

16. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М.: ЦИНАО, 1992. С. 20-23.

17. Зырин Н.Г., Обухов А.И. Спектральный анализ почв, растений и других биологических объектов. М.: Изд-во МГУ, 1977. С. 334.

18. ГОСТ 27262-87. Корма растительного происхождения. Методы отбора проб. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. С. 7.

19. Зайцев Г.Н. Математическая статистка в экспериментальной ботанике. М., 1984. 424 с.

20. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014. 298 с.

21. Григорян К.В. Влияние загрязненных промышленными отходами оросительных вод на содержание тяжелых металлов в почве и в некоторых сельскохозяйственных культурах // Почвоведение. М.: Наука, 1984. № 9. С. 97.

22. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1991. С. 51.

23. Голдовская Л.Ф. Химия окружающей среды. М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. С. 295.

24. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния. М.: Мир, 1987. С. 288.

25. Kuzovkina Y.A. and Quigley M.F. Willows beyond wetlands: uses of Salix L. species for environmental projects // Water, Air, and Soil Pollution. 2005. No 162. P. 183-204.

26. Perttu K.L. and Kowalik P.J. Salix vegetation filters for purification of water and soils // Biomass Bioenerg. 1997. No 12 (1). P. 9-19.

27. Курманова Л.Г., Кулагин А.Ю. Динамика содержания и распределения химических элементов в водах рек Башкирского Зауралья // Вестник Удмуртского университета. Серия 6: Биология. Науки о Земле. 2012. Вып. 1. С. 3-8.

28. Алибаева Л.Г., Кулагин А.Ю. Содержание и распределение химических элементов в донных отложениях рек Башкирского Зауралья // Вестник Удмуртского университета. Серия 6: Биология. Науки о Земле. 2013. Вып. 1. С. 3-8.

УДК 631.6.02
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-675-682

НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОПУСТЫНИВАНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

SCIENTIFIC SUPPORT FOR THE PREVENTION OF DESERTIFICATION OF AGRICULTURAL LANDSCAPES IN THE SOUTH-EAST OF EUROPEAN RUSSIA

Кулик К.Н.[1,3], Кулик К.Д.[2], Слайковская Е.С.[1]
Kulik K.N.[1,3], Kulik K.D.[2], Slaykovskaya E.S.[1]

[1]Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (ФНЦ агроэкологии РАН), Волгоград, Россия
[2]Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия
[3]Волгоградский государственный университет, Волгоград, Россия
[1]Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (FNC Agroecology RAS), Volgograd, Russia
[2]State University of Land Management, Moscow, Russia
[3]Volgograd State University, Volgograd, Russia

E-mail: [1]kulikk@vfanc.ru, [2]kulik.k2000@gmail.com, [3]kulikkn@yandex.ru

Аннотация. В статье, в историческом аспекте, проведен анализ достижений науки и практического опыта в области борьбы с деградацией и опустыниванием сельскохозяйственных земель, восстановления и повышения продуктивности и устойчивости природных кормовых угодий. Рассмотрены вопросы создания полезащитных лесных насаждений в южных регионах России. Показана роль работ «Особой экспедиции Лесного департамента» (1892-1899 гг.) под руководством В.В. Докучаева по испытанию и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях России. Они положили начало комплексному экологическому исследованию степей и методов их облесения на научной основе. Дана оценка результатам грандиозного «Плана преобразования природы» в СССР 1948 г. и исследованиям и практикам последних десятилетий по фитомелиорации на пастбищах Российского Прикаспия. Для оценки степени деградации и опустынивания земель предложены качественные и количественные критерии определяющие состояние территории степень ее деградации. Определены лимитирующие факторы лесо- и фитомелиорации и предложены адаптивные технологии восстановления нарушенных угодий.

Ключевые слова: агролесомелиорация, защитное лесоразведение, фитомелиорация, лесные полосы, засуха, деградация, опустынивание, агроландшафты.

Abstract. In the article, in the historical aspect, the analysis of scientific achievements and practical experience in the field of combating degradation and desertification of agricultural lands, restoration and improvement of productivity and sustainability of natural forage lands is carried out. The issues of creating protective forest plantations in the southern regions of Russia are considered. The role of the work of the "Special Expedition of the Forest Department" (1892-1899) under the leadership of V.V. Dokuchaev on testing and accounting of various methods and techniques of forestry and water management in the steppes of Russia is shown. They marked the beginning of a comprehensive ecological study of the steppes and methods of their afforestation on a scientific basis. An assessment is given of the results of the grandiose "Plan for the Transformation of Nature" in the USSR in 1948 and the research and practices of recent decades on phytomelioration in the pastures of the Russian Caspian Sea. To assess the degree of land degradation and desertification, qualitative and quantitative criteria are proposed that determine the state of the territory and the degree of its degradation. The limiting factors of forest and phytomelioration have been identified and adaptive technologies for restoring disturbed lands have been proposed.

Key words: agroforestry, protective afforestation, phytomelioration, forest belts, drought, degradation, desertification, agricultural landscapes.

Введение. Для засушливых регионов зернового пояса России, характерны длительные чрезмерные антропогенные нагрузки на сельскохозяйственные земли, нестабильность погодно-климатических условий и частое проявление опасных природных явлений, которые по территориальному охвату и ущербу, наносимому этой отрасли народного хозяйства, имеют катастрофический характер. В этих «хрупких» экосистемах сложилась крайне обостренная ситуация вследствие деградации растительного и почвенного покрова.

Территории, на которых происходит деградация земель и ее наиболее высокая степень – опустынивание, занимают в России площадь свыше 120 млн га. Сельскохозяйственные земли в результате водной эрозии нарушены на площади 42 млн га, ветровой – 26 млн га. Ежегодно площадь эродированных земель возрастает на 400-500 тыс. га [1].

Материалы и методы. В работе использовались задокументированные исторические факты, крупные проекты и программы, направленные на сохранение устойчивости агроландшафтов, литературные источники. Структурированный обзор информационных источников позволил получить знания о движущих и тормозящих факторах возникновения и развития деградации и опустынивания агроэкосистем, их причинно-следственных взаимосвязях, а также агролесомелиоративных способов и технологий их предотвращения.

Методы исследований (конвергентный принцип научного исследования, сравнительно-исторический и сравнительно-типологический анализ, обобщение, конкретизация) основаны на научном понимании управления потенциалом деградированных и опустыненных территорий с помощью защитного лесоразведения и агролесо- и фитомелиорации. Методы являются прозрачными, комплексными, независимыми и подтверждаются использованием в областях различных наук.

Для оценки степени деградации и опустынивания земель разработаны качественные и количественные критерии определяющие состояние территории. Методология строится на расчете индексов деградации **(ИД)** отражающие по 100-балльной шкале степень опустынивания территории, поражения ее тем или иным видом деградации – дефлированность **(ИДд),** эродированность **(ИДэ**), засоленность **(ИДз),** или поврежденность несколькими формами опустынивания, например - **ИДд + ИДэ.**

Результаты исследований и их обсуждение. На опустыненных землях аграрная деятельность в целом сокращается. К таким регионам на юго-востоке Европейской России относится и Прикаспий, один из наиболее молодых (в геологическом отношении) и ранимых природных ландшафтов в РФ. Разрушение его вызвано многими факторами, связанными с антропогенной деятельностью (перевыпас, распашка, строительные работы и др.), которые приводят к деградации почвенно-растительного покрова и обусловливают появление подвижных барханных песков и дефлированных поверхностей. Действие антропогенного пресса резко усиливается при климатических аномалиях, связанных с изменением температурного режима, усилением ветровой деятельности и сокращением осадков [2].

Достаточно четко здесь выделяются четыре периода активизации антропогенного воздействия: 1) ранняя пастушеская фаза, первое тысячелетие до н. э.; 2) время расцвета Золотоордынского ханства (1200-1400 гг. н. э.); 3) подъем хозяйственной деятельности в конце XIX и начале XX веков; 4) интенсификация пастбищного использования земель, распашка целинных почв, развитие транспортных средств, строительство в 50-80-х годах прошлого столетия.

Как правило, периоды активной человеческой деятельности совпадали с ксеротермическими периодами, поэтому совместное их действие и вызвало катастрофические разрушения песчаных почв. Сильнейший всплеск дефляции произошел в конце XIX века. По Прикаспию ежегодный прирост площади подвижных песков составил 40 тыс. га. Во время последнего антропогенного пресса (60-80-е гг. XX столетия) на Черных землях в Калмыкии и Дагестане возникла европейская пустыня и потребовались большие усилия лесоводов и лесомелиораторов для обуздания этого беспрецедентного природного явления, спровоцированного человеком [3].

Первые массовые посадки в Прикаспийской низменности начались в середине XIX века. Правительство с целью улучшения быта калмыцкого народа выделило средства для озеленения населенных мест и обсадки дорог. Результаты были плохие. Попечитель Астраханской губернии К.Н. Костенков пишет: «С 1846 по 1861 гг. для лесоразведения в Калмыкии затрачено 130000 золотых рублей. Результаты ничтожны. Осталось 10 десятин. Очевидно, леса могут существовать только в таких местах, где есть приточная вода, и где почва устранена от влияния солей. Рассматривая причины неуспеха в этом, весьма полезном по принципу деле, нельзя не прийти к убеждению, что в основе всего лежало незнание степных и климатических условий как людьми, составляющими такой грандиозный план лесоразведения, так впоследствии и исполнителями этого плана» [4].

Однако в 1890 г. Лесной департамент возвращается в Прикаспий. Создается Нарынское лесничество на площади 127 тыс. десятин. Начались посадки сосны и лиственных пород на Рын-

песках в северной части Прикаспия. Сохранившиеся до сих пор колковые леса сосны, робинии, лоха и других пород создают неповторимый облик песчаной пустыни. Они повышают противодефляционную устойчивость территории, повышают экологическую емкость и привлекательность однообразия пустыни, дают древесину и богатые урожаи грибов.

Экстремальные засухи 1891-1892 годов вызвали всплеск дефляционных процессов в южных районах России. Правительство начало создавать песчано-овражные партии, в задачу которых входило выделение участков подвижных песков и их закрепление. Работа этих партий проводилась практически во всех южных губерниях России. Объемы пескоукрепительных работ были большие. В частности, в 1913 г. по Астраханской губернии площадь пескозакрепительных работ составила 18,2 тыс. га. Все работы песчано-овражных партий велись в тесной связи с местным населением. На работы привлекались сотни людей. Обсуждались организационные вопросы, получение посадочного материала, подбора людей для посадок, вопросы охраны [5].

Архиважное место в истории борьбы с засухой и опустыниванием занимают работы Особой экспедиции Лесного департамента (1892-1899 гг.) по испытанию и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях России под руководством В.В. Докучаева. Они положили начало комплексному экологическому исследованию степей и методов их облесения на научной основе. На трех участках экспедиции (Хреновском, Старобельском и Велико-Анадольском) осуществлены производственные опыты по рациональной организации территории и посадке разных видов защитных лесных насаждений (ЗЛН), созданию искусственных облесенных водоемов, орошаемых участков, высокопродуктивных полей, лугов и пастбищ. Впервые были научно обоснованы место и роль лесонасаждений в агроэкосистемах [1].

В начале XX столетия были созданы «песчано-овражные партии» под руководством А.В. Костяева. Их миссией было закрепление подвижных песков в области войска Донского и Астраханской губернии, защита железных дорог от накопления снежных масс и песка, а также посадку леса в горных областях с целью предотвращения эрозионных процессов [6, 7, 8].

В 1948 году по инициативе И.В. Сталина Советом Министров СССР и ЦК ВКП(б) 20 октября 1948 г. на основе разработанной с привлечением ученых из Академии наук СССР системы мероприятий было принято Постановление «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоёмов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР». Проект получил второе, народное название: «Сталинский план преобразования природы». До сих пор он не имеет аналогов в мировой практике ни по комплексности мероприятий, ни по их масштабу [9, 10].

В соответствие с этим планом были созданы 5 государственных лесных полос Пенза-Каменск, Чапаевск-Владимировка, Сталинград-Степной-Черкесск и др. А всего за 5 лет реализации плана в стране было посажено более 2,3 млн га леса. На сельскохозяйственных полях был сформирован экологический каркас из лесополос с включением в них 10-15% плодово-ягодных деревьев и кустарников (смородины, облепихи, вишни и др.). Склоны балок и оврагов, берега водоёмов обсажены деревьями и кустарниками. Построено свыше 13 тыс. прудов и водоемов, заготовлено 6000 тонн семян древесных и кустарниковых пород.

Благодаря работам лесомелиораторов в Северном Прикаспии закреплено 200 тыс. га подвижных песков, а на площади более 50 тыс. га созданы дефляционно-устойчивые кустарниковые лесопастбища. Производительность этих угодий достигает 8-12 ц/га, что в 2 раза превышает производительность коренных пастбищ. Предложены новые методы закрепления песков в зависимости от расчлененности рельефа, массы эолового материала и глубины залегания грунтовых вод [11].

Прошло 30 лет после прекращения работ по «Плану…». И возникла очередная грандиозная проблема аграрного производства в России – засухи, деградация и опустынивание сельхозугодий. Она тесно связана с климатическими изменениями, антропогенным прессом и защитным лесоразведением, блокирующим эти явления.

Для аридных регионов Российской Федерации характерны длительные чрезмерные нагрузки скота на пастбищные земли, распашка легких почв, крайняя нестабильность погодно-климатических условий и частое проявление опасных природных явлений, которые по территориальному охвату и ущербу, наносимому различным отраслям народного хозяйства, имеют катастрофический характер [12].

Например, в центре опустынивания европейской части засушливого пояса – в Калмыкии и Дагестане, где пастбища занимают 80% сельхозугодий, в результате перевыпаса и распашки в середине 80-х годов прошлого века скорость лавинообразного опустынивания достигала 50 тыс. га в год. И без того малопродуктивные пастбища превращались в подвижные пески и скальпированные земли. Правительство вынуждено было ввести в регионе чрезвычайные организационно мелиоративные меры (вывод скота, фитомелиорция. обводнение и др.). Принято было постановление «О разработке Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием Черноземельских и Кизлярских пастбищ» (1986 г.).

В рамках «Генеральной схемы…» закрепленние открытых песков и фитомелиоративные работы на дефлированных пастбищах в Республиках Калмыкия, Дагестан, Чечня и Астраханской области в 1986-2001 гг. выполнены на площади около 720 тыс. га., в 2006-2013 гг. 52,7 тыс. га, а в 2014-2020 гг. – всего лишь 10,01 тыс. га. Мероприятиями, предусмотренными схемой предотвращено образование 700 тыс. га развеваемых песков. Предотвращенный ущерб перекрыл все затраты в семь раз. В результате удалось стабилизировать процесс опустынивания и обратить его вспять. Пастбищное природопользование приобрело регулируемый характер. Здесь эффективно использовались бывшие очаги опустынивания, трансформированные по технологиям ФНЦ агроэкологии РАН в стабильно продуцирующие, зоотехнически комфортные лесопастбища [11].

Прошло 35 лет. Снова резко увеличилось количество скота (причем даже выше уровня 1980-х гг.). Площадь выпасов в регионе уменьшилась примерно на 200 тыс. га, за счет организации заповедника и заказников. В результате плотность скота увеличилась до 4-6 голов овец на гектар, при норме 0,5 овцы. Резко сократились объемы фитомелиорации. Сбой пастбищ привел к той же ситуации, что была в прошлом. Усилилась аридизация климата, участились суховеи, стали чаще возникать пыльные бури, перенос песка и т.д. Если до 2020 года их частота составляла в среднем одна буря в 5 лет, то начиная с 2020 года такое явление проявляется уже четыре года подряд, а в 2022 году отмечены пыльные бури в конце мая и в конце августа.

Прикаспийский регион, включающий Терско-Кумское междуречье Дагестана, Чечню, Калмыкию и Астраханскую область, в настоящее время являются в наибольшей степени опустыненными землями России и Европы. Здесь опустынивание связано как с нерациональным использованием продуктивных ресурсов пастбищ при общем снижении фитомассы, так и с климатическим воздействием на эти ресурсы, а именно уменьшением количества осадков и увеличением повторяемости и продолжительности засух и пыльных бурь. Процессы опустынивания на Прикаспийских территориях имеют тенденцию к нарастанию, поэтому своевременное определение опустыненных участков с использованием регулярного мониторинга обеспечивает возможность за короткое время провести оценку их состояния и динамику изменений, вызванных природным и антропогенным воздействием. Опустынивание юго-восточной части Европейской России, в особенности пастбищных угодий, приводит к обеднению земель по всем характеристикам. При этом воздействие нерегламентированной антропогенной нагрузки и ужесточение климатических условий приводит к уменьшению продуктивности пастбищ и к полной и необратимой деградации почв [13].

Под пастбища отводят обычно самые бесплодные, «хрупкие» территории с бедными, часто легкими почвами. Эта тенденция характерна для европейской части засушливого пояса, где средние показатели по индексам деградации пашни и сенокосов равны 39 и 32 балла, а на пастбищах достигает 66 баллов. Суммарный индекс опустынивания в регионе может достигать более 100 баллов. Также оценка состояния пастбищных фитоценозов с использованием спектрозональных снимков проводится по значениям нормализованного дифференцированного вегетативного индекса NDVI. Значения от 0 до 0,2 соответствуют уровню деградации «бедствие», от 0,2 до 0,4 «кризис», от 0,4 до 0,7 «риск» и выше 0,7 уровню «норма». С учетом основных показателей деградации пастбищ от дефляции разработана еще одна шкала критериев, по которой возможно определение количественных и качественных показателей этого процесса, как по результатам наземных исследований, так и по космическим снимкам, которые резко повышают оперативность снятия данных.

На основании геоинформационных исследований территории Астраханской области по спектрозональным снимкам разработана карта уровней деградации территории Астраханской области. Установлено, что на территории общей площадью 2,8 млн га (без учета территории поймы) около 36% площади относятся к уровням деградации бедствие, 28% кризис, 22% риск и 14% к уровню норма.

Также составлена локальная ГИС опустынивания территории Калмыкии, определено пространственное распределение участков и их площади. По спектрозональным снимкам установлено что на данной территории общей площадью чуть менее 7,5 млн га около 26% этой площади относятся к уровням деградации бедствие, 34% кризис, 22% риск и только 14% можно отнести к уровню норма.

Меры по предотвращению опустынивания земель в условиях изменения климатических условий безусловно должны быть связаны с восстановлением фитоценозов и созданием насаждений средствами фитомелиорации из устойчивых в существующих условиях полукустарников, полукустарничков и трав, широким применением лесомелиорации на лесопригодных почвах с использованием древесных и кустарниковых пород.

Опустыненные пастбища в большей мере страдают от засоления и дефляции. Этими формами деградации затронуты в различной степени 83% угодий региона Поддержание экологического равновесия, продуктивного потенциала пастбищных экосистем и восстановление их биоразнообразия является фундаментальной задачей, определяющей экологическое восстановление деградированной их части на основе выполнения комплекса фитомелиоративных работ. Лесорастительный (фитоэкологический) потенциал аридных пастбищ России широко варьирует по территории и определяется рядом факторов. Важнейшими из них являются увлажненность территории атмосферными осадками, минеральная обеспеченность почвогрунта, наличие и доступность дополнительных источников водопитания.

Федеральным научным центром агроэкологии РАН (ФНЦ агроэкологии РАН) разработана усовершенствованная лесомелиоративная классификация пастбищ по фитоэкологическим условиям и степени их деградации, учитывающая как основные, так и сопутствующие факторы и условия в таксономических единицах, определяющие фитоэкологические, биологические и лесокультурные особенности адаптивного комплекса лесомелиоративных мероприятий. На этой основе составлена лесомелиоративная карта региона.

В период 1995-2000 гг. велись активные работы с международными организациями по разработке программ по борьбе с опустыниванием в рамках проекта ЮНЕП «Поддержка деятельности по борьбе с опустыниванием в странах СНГ». Итогом этого сотрудничества с ЮНЕП и Центром международных проектов Госкомэкологии РФ (ЦМП) и при их финансовой поддержке стали шесть субрегиональных национальных программ действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО): для республики Калмыкии, юго-востока Европейской части России (Самарская, Саратовская, Волгоградская и Астраханская области, республики Татарстан и Дагестан), Северного Кавказа (Ростовская область и Ставропольский край), юга Западной Сибири (в пределах Алтайского края и Новосибирской области), Средней Сибири (республики Хакасия и Тыва и 12 южных районов Красноярского края) и Восточной Сибири (Республика Бурятия, Забайкальский край). За последние 5 лет большим коллективом авторов разработаны 3 тома Национального доклада «Глобальный климат и почвенный покров России», включающие том 2 «Опустынивание» и том 3 «Засухи» [14, 15].

Проведенные исследования позволили ФНЦ агроэкологии РАН, по заданию МСХ РФ в 2019-2020 гг., разработать 6 инновационных экологически безопасных ресурсосберегающих технологий фитомелиоративной реконструкции и реабилитации деградированных и опустыненных пастбищ [16]:

1. Технология фитомелиорации деструктивных эколого-морфологических областей современных очагов дефляции. Мелиоративно-кормовые насаждения создают посадкой однолетних стандартных сеянцев терескена серого ранней весной, осенью или зимой (в оттепель). Под защитой свежих борозд-валов производят ленточные (шириной 2-3 м) посевы семян ценных кормовых растений в разброс с одновременной заделкой их в почву.

2. Технология фитомелиорации барханных эколого-морфологических областей современных очагов дефляции. Технологию дифференцируют в зависимости от объема подвижного песка и размещения барханных цепей по территории области. Работы начинают с создания противо-дефляционных (защитных) кулис кияка. Насаждения создают в виде куртин.

3. Технология закрепления мелкобарханных песков аэросевом. При необходимости быстрого подавления дефляции и блокирования развития крупных очагов, угрожающих разрушением населенных пунктов, важных хозяйственных объектов, мелкобарханные пески на связных подстилающих породах закрепляют чистыми посевами кияка с использованием авиации.

4. Технология создания мелиоративно-кормовых насаждений на мелкобугристых песках полупустыни и пустыни с деградированным растительным покровом. На таких пастбищах мелиоративно-кормовые насаждения создают без предварительной обработки почвы весенней посадкой однолетних сеянцев терескена серого.

5. Технология облесения пастбищ на рыхлых средне- и высокобугристых песках, песчаных отложениях древних очагов дефляции. Такие пастбища с разреженным растительным покровом и корнедоступной грунтовой водой облесяют куртинно-колковым методом.

6. Технология создания долговечных затишковых, защитно-теневых, озеленительных и др. лесных насаждений на пастбищах с незаселенными и слабозасоленными зональными и темноцветными почвами.

Для каждой технологии также представлены технологические карты и расчет затрат на проведение фитомелиоративных работ.

Подводя итог, необходимо отметить, что наша наука располагает комплексом разработок обеспечивающих ускоренное и эффективное восстановление биологической продуктивности и плодородия деградированных сельскохозяйственных земель. Сейчас проводятся научно-исследовательские работы по усовершенствованию технологий фитомелиорации деградированных пастбищных угодий, комплексных методов проведения культур технических мероприятий, агролесомелиоративных и фитомелиоративных работ на заброшенных, деградированных и опустыненных землях, комплексного освоения песков и песчаных земель в целях нанесения наименьшего ущерба экосистемам [17].

Далее необходима организация производственных работ. Для этого предлагаем следующие безотлагательные законодательно-институциональные и научно-производственные меры реального ускорения борьбы с опустыниванием:

1. Проведение инвентаризации земель в каждом районе (выявление земельных участков, подверженных опустыниванию и усиленной деградацией пастбищ с определением владельцев земельных участков (СПК, КФХ и т.д.).

2. Организацию и расширение государственной поддержки для борьбы с опустыниванием и восстановления деградированных земель на федеральном, региональном и муниципальном уровнях.

3. Расширение полномочий субъектов РФ и принятие законодательных актов о зонах экологического бедствия на собственных территориях особо подверженных опустыниванию (вывод поголовья, движение транспорта, установление моратория на проведение сельскохозяйственных работ и других видов деятельности, которые могут нанести вред сохранности почв).

4. Организацию лесомелиоративных станций в каждом регионе с организационно-правовой формой «Государственное бюджетное учреждение» на всей территории субъекта РФ для организации питомников, семенников пескоукрепительных культур и проведения фитомелиоративных мероприятий.

5. Компенсацию собственникам (владельцам, арендаторам) земельных участков органами исполнительной власти субъектов РФ упущенную выгоду в результате вывода поголовья сельскохозяйственных животных.

6. Передачу собственникам (владельцам, арендаторам) земельных участков улучшенных пастбищ с условием ежегодного подсева многолетних кормовых трав за счет собственных средств с рекомендацией соблюдения пастбищеоборота и овцепоголовья.

7. Предусмотрение законодательных и административных мер регулирования режимов эксплуатации земель сельскохозяйственного назначения, направленных на предотвращение ухудшения их состояния, в том числе ответственность за нарушение режима эксплуатации земельного участка вовлеченного в процесс агролесо- и фитомелиорации (вплоть до полного расторжения договора пользования).

8. Вернуть ранжирование сельскохозяйственных земель по категориям (пашня, сенокос, пастбище) с четкой картографией и ответственностью землепользователя за несоблюдение целевого назначения.

9. Широкое вовлечение народных масс для решения проблем опустынивания.

10. Распространение опыта действующих проектов по борьбе с опустыниванием.

11. Разработка национальной программы действий по борьбе с опустыниванием и засухой.

12. Создание и апробация региональных моделей опытных объектов адаптивно-

ландшафтного обустройства территории, обеспечивающие экологически безопасное природопользование по регионам, подверженным различным видам деградации.

13. Широкая реализация принципов агролесомелиоративного обустройства сельскохозяйственных территорий в системе адаптивно-ландшафтного земледелия для борьбы с деградационными процессами и оптимизации баланса кислорода и углерода в агроландшафтах.

14. Восстановление, мелиорация и агролесомелиорация деградированных земель. Создание единого государственного производственного центра по фито- и агролесомелиоративным работам на сельскохозяйственных землях подверженных деградации и опустыниванию.

15. Разработка и внедрение технологий дистанционного зондирования процессов опустынивания для принятия надлежащих и своевременных ответных действий.

16. Создание межведомственных и межрегиональных групп по осуществлению мероприятий по борьбе с опустыниванием.

17. Разработка и внедрение модели государственного комплексного управления охраны и рационального использования и восстановления ландшафтов, почв и биологических ресурсов.

18. Укрепление информационных систем управления для поддержания и принятия решений и создание и развитие ГИС, баз данных, карт и атласов.

Защитное лесоразведение было и остается в нашей стране важной составляющей государственной политики в области мелиорации земель и природоохранных мероприятий, рационального использования и приумножения природно-ресурсного потенциала страны. Его значение на современном этапе возрастает в связи с обострившейся проблемой деградации и опустынивания земель, ростом антропогенного пресса на природную среду, глобальными и региональными изменениям климата, углеродной повесткой, повышением требований к качеству жизни людей.

Федеральным научным центром агроэкологии РАН разработана «Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации до 2020 года» [18]. Она призвана решить ряд важных задач, включая возрождение и устойчивое функционирование механизма планирования и проектирования полезащитного лесоразведения. Кроме того, она направлена на улучшение состояния окружающей среды и решение проблем, связанных с опасным ухудшением экологической ситуации в агросфере. Стратегия должна лечь в основу ФЦП «Развитие мелиоративного защитного лесоразведения в РФ на период до 2050 года».

Заключение. Территория РФ подверженная деградации и опустыниванию отличается контрастностью природных условий и степенью антропогенной нагрузки. Климат меняется от острозасушливого до умеренного, почвы – от открытых песков до средне- и тяжелосуглинистых черноземов и серых лесных, рельеф – от горных ущелий до равнин и низин. Для предотвращения опустынивания необходимо реализовывать комплекс мер, которые должны быть дифференцированы по этим условиям и учитывали все многообразие факторов обуславливающих деградацию земель, обеспечивающих щадящий режим использования угодий, расширенное воспроизводство плодородия почвы, совершенствование структуры посевных площадей, применение травопольных севооборотов, агролесомелиорации и фитомелиорации, внесение органических и минеральных удобрений и, в конечном счете, применение адаптивно-ландшафтных технологий возделывания сельскохозяйственных растений и повышение общей культуры ведения хозяйственной деятельности. Только в этом случае можно решить главный вопрос сельскохозяйственного производства – обеспечение продовольственной и экологической безопасности страны.

Список литературы

1. Абакумова Л.И. и др. Агролесомелиорация: монография / под ред. А.Л. Иванова, К.Н. Кулика. Изд. 5-е, перераб. и доп. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2006. 746 с.

2. Каштанов А.Н., Павловский Е.С., Кулик К.Н. и др. Агролесомелиоративная наука в XX веке: монография. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2001. 365 с.

3. Кулик К.Н. Агролесомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. 247 с.

4. Альбенский А.В. Сельское хозяйство и защитное лесоразведение. Москва: Колос, 1971. 279 с.

5. Виноградов В.Н. Освоение песков. М.: [б. и.], 1980. 68 с.

6. Глезденев В.Л. Очерк работ по укреплению сыпучих песков в Ачикулакском приставстве Ставропольской губернии / Лесовод В. Глезденев. Санкт-Петербург: Сб. Ежегодник лесного департамента, 1913. 127 с.

7. Кочерга Ф.К. Укрепление и облесение горных склонов Средней Азии / М-во лесного хозяйства СССР. Среднеазиат. науч.-исслед. ин-т лесного хозяйства «СредазНИИЛХ». Москва; Ленинград: Гослесбумиздат, 1951. 100 с.

8. Макарычев Н.Т. Лесомелиоративные основы защиты железных дорог от снежных заносов: Автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Волгоград, 1987. 49 с.

9. Постановление Совета Министров СССР и ЦК ВКП(б) 20 октября 1948 г., № 3960 «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР». URL: http://docs.historyrussia.org/ru/nodes/246030 (дата обращения: 15.01.2024).

10. Абакумова Л.И., Аверьянов О.А., Архангельская Г.П. и др. Энциклопедия агролесомелиорации. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. 675 с.

11. Кретинин В.М., Кулик К.Н., Кошелев А.В. Агролесомелиоративное почвоведение: развитие, достижения, задачи // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 1. С. 23-26.

12. Абакумов Б.А., Бабенко Д.К., Бартенев И.М. и др. Защитное лесоразведение в СССР / под общ. ред. Е.С. Павловского. Москва: Агропромиздат, 1986. 261 с.

13. Кулик К.Н., Манаенков А.С. Опустынивание и защитное лесоразведение. Вызовы. Стратегия взаимодействия // Деградация земель и опустынивание: проблемы устойчивого природопользования и адаптации: Материалы междунар. науч.-практ. конф., Москва, 09-11 нояб. 2020 года. Москва: ООО «МАКС Пресс», 2020. С. 17-22.

14. Иванов А.Л., Куст Г.С., Донник И.М., Бедрицкий А.И., Багиров В.А. [и др.]. Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство): Национальный доклад / Т. 2. Москва: Изд-во МБА, 2019. 476 с.

15. Иванов А.Л., Донник И.М., Багиров В.А., Кулик К.Н., Беляев А.И. и др. Глобальный климат и почвенный покров России: проявление засухи, меры предупреждения, борьбы, ликвидация последствий и адаптационные мероприятия (сельское и лесное хозяйство): Национальный доклад / Т. 3. Москва: Издательство МБА, 2021. 700 с.

16. Беляев А.И., Кулик К.Н., Манаенков А.С. и др. Методические рекомендации по фитомелиоративной реконструкции деградированных и опустыненных пастбищ Российской Федерации инновационными экологически безопасными ресурсосберегающими технологиями. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2021. 68 с.

17. Кулик К.Н., Беляев А.И., Пугачева А.М. Роль агролесомелиорации в борьбе с опустыниванием агроландшафтов // Аридные экосистемы. 2023. Т. 29. № 1(94). С. 4-14.

18. Кулик К.Н., Иванов А.Л., Рулев А.С. и др. Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2025 года. Волгоград: Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, 2018. 36 с.

УДК 504.75:502.5
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-683-692

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ НЕЙТРАЛЬНОГО БАЛАНСА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ РОССИИ

EXPERIENCE OF USING THE CONCEPT OF LAND DEGRADATION NEUTRALITY TO ASSESS THE STATE OF LAND IN RUSSIA

Куст Г.С.
Kust G.S.

Институт географии РАН, Москва, Россия
Institute of Geography RAS, Moscow, Russia

E-mail: kust@igras.ru

Аннотация. Проведен обзор развивающейся методологии оценки нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ). Анализ основан на изучении и систематизации около 150 публикаций российских ученых и в русскоязычной литературе. Выявлено, что исследования затрагивали следующие основные направления: терминология НБДЗ, оценка НБДЗ на разных уровнях, адаптация матрицы перехода; использование концепции НБДЗ для экономической оценки земли, оценки базового уровня НБДЗ и использования НБДЗ в качестве интегрального показателя устойчивого управления земельными ресурсами. Благодаря концепции НБДЗ глобальный подход к мониторингу деградации земель стал применим за пределами ограниченного географического охвата засушливых земель.

Целью обзора является демонстрация того, что актуальность тематики, связанной с использованием концепции НБДЗ, нарастает, что делает возможным использование концепции НБДЗ политиками на национальном и субнациональном уровнях, в частности в русскоязычных странах. В статье нашли отражение аспекты применения дополнительных индикаторов национального и местного значения: эрозия почв, засоленность, истощение почв, засушливость и т. д. Также затронуты вопросы использования различных исходных показателей НБДЗ для конкретных участков, не только основанных на времени, но и учитывающих естественные фоновые тенденции, такие как изменение климата, связанные с ними естественные сукцессионные циклы, геологические и геоморфологические процессы. Подходы к экономической оценке земель на основе НБДЗ и типология практик и моделей устойчивого землепользования также оказываются тесно переплетены с использованием методологии НБДЗ.

Ключевые слова: Нейтральный баланс деградации земель, Деградация земель, Индикаторы НБДЗ, Базовый уровень НБДЗ, Устойчивое землепользование.

Abstract. A review of the evolving methodology for land degradation neutrality (LDN) assessment is carried out. The analysis is based on the study of about 150 publications by Russian scientists and in Russian-language literature. It was revealed that the researches covered the following main areas: LDN terminology, assessment of LDN at different scales, adaptation of the transition matrix; use of the LDN concept for economic assessment of land, LDN baseline assessment, and application of the LDN as an integral indicator of sustainable land management. The concept of LDN has made a global approach to monitoring land degradation applicable beyond the limited geographical coverage of drylands.

The purpose of the review is to demonstrate the growing context of the LDN concept, which makes it possible for practical applications by politicians at the national and subnational levels, in particular in Russian-speaking countries. The article reflects issues of the use of additional national and local indicators of LDN: soil erosion, salinity, soil depletion, aridity, etc. Also raised are the topics of using different LDN indicators taking into account natural background trends such as climate change, associated natural successional cycles, geological and geomorphological processes. Approaches to the economic evaluation of land degradation based on LBD as well as the typology of practices and models of sustainable land use are also closely intertwined with the LDN methodology.

Key words: Land degradation neutrality, LDN, Land degradation, LDN indicators, LDN baseline, Sustainable land management.

Введение. Идея достижения нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) напрямую поставлена в задачах «Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года»: «к 2020 году бороться с опустыниванием и восстановить деградированные земли и почвы, включая земли, подверженные опустыниванию, и стремиться достичь нейтрального баланса деградации земель на глобальном уровне» (задача 15.3 целей устойчивого развития (ЦУР)) [1].

В практическом отношении идея НБДЗ (в исходной англоязычной терминологии Land Degradation Neutrality – LDN) достаточно прозрачна: устойчивое землепользование не должно

позволить уменьшить сложившееся к настоящему времени на планете соотношение между «еще не деградированными» и «уже деградированными» землями. Таким образом, НБДЗ рассматривается как практический инструмент для обеспечения баланса деградации земель и их восстановления/ реабилитации/ рекультивации на глобальном, национальном, региональном и локальном уровнях [2].

Согласно определению, принятому Конвенцией ООН по борьбе с опустыниванием (КБО ООН), НБДЗ – это такое состояние, когда количество здоровых и продуктивных земельных ресурсов, необходимое для поддержания жизненно важных экосистемных услуг и укрепления продовольственной безопасности, остается стабильным или увеличивается в определенных масштабах времени и пространства [3].

В научном отношении концепция НБДЗ находится в стадии развития. Несмотря на то, что для целей глобальной оценки в целом сформулированы принципы мониторинга, базовые индикаторы, основные методики и методологические подходы [2], на национальном и субнациональном уровне, а тем более для адекватного применения на местном уровне, применение этой концепции пока далеко от совершенства.

Россия – страна с высоким природным и социально-экономическим разнообразием регионов, и ее опыт может быть важен как на международном, так и на национальном уровне. На сегодняшний день в российских национальных изданиях опубликовано около 150 научных работ по теме НБДЗ, проведено несколько научных конференций, затрагивающих эту тематику. Поэтому целью данной работы является обзор полученных результатов, опубликованных в русскоязычной литературе и российскими учеными, и рассмотрение направлений их развития.

Методы. Проведен обзор публикаций российских учёных, а также некоторых работ зарубежных авторов (Беларусь, Кыргызстан, Монголия, Туркменистан, Украина, Узбекистан), изданных преимущественно на русском языке. К настоящему времени вышло в свет около 150 таких публикаций по тематике НБДЗ, из них около 90% появились с 2018 года. Около 80% из них публикуются на русском языке и только 20% на английском языке. Более половины всех публикаций охватывают вопросы оценки НБДЗ и общей методологии, 30% работ посвящены практическому применению концепции НБДЗ, 15% – общим вопросам развития концепции

Обзор доступных публикаций позволил выделить следующие области научного рассмотрения проблемы: а) терминология НБДЗ, б) оценка НБДЗ на разных уровнях, в) адаптация матрицы перехода; г) применение глобальных и национальных показателей НБДЗ; д) применение НБДЗ для экономической оценки земли, е) оценка базового линии НБДЗ и ж) НБДЗ как интегральный индикатор устойчивого управления земельными ресурсами и эффективности адаптации к изменениям климата .

Результаты и обсуждение

Общие вопросы концепции НБДЗ и ее развития

Из-за сильных национальных традиций в оценке деградации земель, концепция НБДЗ изначально была встречена критически в России, поскольку она возникла в рамках процессе КБО ООН, и только 7% территории Российской Федерации считается склонной к опустыниванию [4]. Поэтому значительное количество ранних публикаций было посвящено концептуальным вопросам. Важно было передать научному сообществу основные принципы применимости НБДЗ к любым территориям и согласовать терминологию. Итоги дискуссий были закреплены в комплексных национальных докладах по проблемам деградации земель, опустынивания и засухи [5-7].

Дебаты развернулись вокруг самого термина НБДЗ, который в рамках ЦУР 15.3 был подан на русском языке как «мир без деградации земель», что плохо отражало смысл термина *neutrality* как механизма достижения «нейтральности». Поэтому в русскоязычной литературе было предложено использовать «*нейтральный баланс деградации земель* [8], что впоследствии вошло в русскоязычные переводы официальных документов КБО ООН и научную литературу. Результаты обсуждений новых терминов, связанных с НБДЗ, были отражены в научных словарях [9, 10]. В определенной степени эти работы послужили основой для ряда изменений и в нормативных актах РФ, например, предложено новое определение деградации земель [11].

Российские ученые одними из первых в мировой литературе подчеркнули, что концепция НБДЗ открыла новый этап развития парадигмы опустынивания: именно деградация земель независимо от климатических зон теперь признана глобальной угрозой и требует глобальных действий [8]. НБДЗ также ставит новые задачи: применение подхода НБДЗ требует учета национальных условий; тесно связывает проблему деградации земель с адаптацией, требует научно обоснованной информации о том, как опустынивание и засухи влияют на экосистемные

услуги и экологические функции, а также информации о социальных последствиях опустынивания. Эти вопросы получили признание на научных форумах, в Академии наук и в университетах было принято более 15 соответствующих программ и проектов.

Для России как «северной» страны важно, что одним из основных результатов этих усилий и исследований в 2014-2023 годах является то, что концепция НБДЗ обеспечила подход к оценке деградации земель, выходящий за рамки засушливых земель, ограниченных «мандатом» КБО ООН, что было заявлено нашей делегацией и поддержано рядом других стран на КРОК21 в Самарканде в 2023 году. Кроме того, традиционная концепция «рационального и/или эффективного землепользования и землеустройства» получила новый акцент [12], связанный с идеями устойчивости, достижения нейтральности, вариантов управления и сохранения баланса между природным и экономическим потенциалом земли [13].

Оценка НБДЗ на национальном, субнациональном и местном уровне

Первые исследования этого цикла были посвящены результатам оценки отдельных территорий Российской Федерации с использованием базового модуля Trends.Earth Quantum-GIS [14] или авторских аналогов с использованием трех глобальных показателей НБДЗ: динамики земельного покрова, продуктивности и почвы. запасы органического углерода (SOC). Результаты оказались весьма разносторонними и противоречивыми. Некоторые авторы [15] акцентируют внимание на важности бассейнового подхода для определения границ территорий, подлежащих оценке НБДЗ. Основной аргумент заключается в том, что наибольшая однородность биофизических и геохимических условий сохраняется именно в речных бассейнах, что, в свою очередь, определяет сходство экосистем, где эффективность иерархии смягчения последствий деградации земель (избегать – уменьшать – обратить вспять) может быть высокой [2]. Однако, несмотря на то, что этот подход обоснован с экологической точки зрения, было продемонстрировано, что для целей отчетности более эффективно использовать административные единицы благодаря системе сбора соответствующих статистических данных национальными агентствами [16, 17].

Предварительная оценка пилотных регионов европейской части России показала, что концепция НБДЗ и платформа Trends.Earth могут рассматриваться как основа для мониторинга процессов деградации на субнациональном уровне. Однако, из-за относительно низкого разрешения данных (250-300 м), эта платформа была признана проблематичной для локальной оценки из-за возможного несовпадения границ и ошибочной интерпретации спутниковых снимков. Дополнительные исследования показали, что использование снимков Landsat и нейронных сетей для интерпретации изображений, а также уточнения перечня типов земель дает возможность повысить точность картографирования как минимум в 70 раз и одновременно скорректировать интерпретацию положительной и отрицательной динамики [18]. Хотя этот подход является относительно трудоемким, он становится полезным для местных оценок НБДЗ.

Тем не менее, первый опыт сравнительного анализа для всех субъектов Российской Федерации [16] демонстрирует высокую эффективность этого метода, особенно для сравнительных исследований и выявления «горячих точек». Однако, проведение общестрановой оценки доли деградированных земель (показатель ЦУР 15.3.1, ДДЗ) для такой страны, как Россия, с высоким разнообразием биофизических и климатических условий, видов экономической деятельности, не имеет смысла, поскольку по регионам она варьируется от 67% до менее 1%. В восьми субъектах федерации, где ДДЗ составляет менее 2% и высока доля стабильных и улучшенных земель, НБДЗ можно считать достигнутым. В то же время еще в 8 субъектах РФ с высокой концентрацией сельскохозяйственных земель показатель ДДЗ очень высок.

Для общей сравнительной оценки регионов на основе результатов оценки Trends.Earth было предложено использовать «Индекс НБДЗ» [19]. Этот индекс, рассчитываемый как разница долей улучшенных и долей деградированных земель, указывает на промежуточный этап в достижении НБДЗ и демонстрирует эффективность земельной политики и практики на определенной территории.

Адаптация матрицы переходов типов наземного покрова

Платформа Trends.Earth по умолчанию использует экспертные матрицы для диагностики тенденций изменения земного покрова (деградация, стабильность, улучшение) и динамики продуктивности (улучшение, стабильность, стабильность и стресс, раннее снижение, снижение). Опыт использования матриц по умолчанию для пилотных территорий (административных единиц или индивидуальных хозяйств) показал, что наибольшую сложность представляет интерпретация переходов между категориями древесных, луговых, пахотных и искусственных

земель. Восстановление древесного покрова на вырубках и залежах может продолжаться десятки и сотни лет и осложняться стадиями заболоченных и луговых угодий [17, 20]. Если для ранее продуктивных сельскохозяйственных земель зарастание лесом проявляется в увеличении вегетационного индекса NDVI, но отрицательно с экономической точки зрения, то возвращение залежей в пашню, даже несмотря на формальное снижение NDVI, с экономической точки зрения положительно. Аналогичным образом, многие из истощенных торфяников на осушенных водно-болотных угодьях являются очагами риска лесных пожаров, несмотря на возможное превращение в леса или луга. Поэтому их искусственное увлажнение следует считать положительным изменением. Наконец, многие жилые территории, особенно в засушливых регионах, в значительной степени покрыты зеленой растительностью и обладают более высоким продуктивным потенциалом в отличие от прилегающих природных ландшафтов. Пересмотр оценочных матриц необходим, но с учетом масштаба и географического положения объектов. Например, на примере индивидуального фермерского хозяйства в Самарской области показано, что адаптированная к местным условиям матрица переходов может изменить результаты базовой оценки с отрицательных на положительные [21]. Для пилотных объектов в Пензенской и Калининградской области наоборот: при положительной оценке по умолчанию корректировка матрицы и использование дополнительных показателей показали увеличение ДДЗ до 86,6%! [22, 23]. Помимо настройки переходов между основными типами земель, во многих случаях важно добавлять дополнительные категории (подтипы наземного покрова). Например, для Самарской и Курской областей (лесостепная подзона) важно различать молодые (до 10-15 лет) и спелые (старше 15-20 лет) леса. Для Волгоградской области (подзона сухих степей) важно разделение пашни на орошаемую и неорошаемую. Для полупустынного Заволжья – подразделение пастбищ по степени деградации [24], для лесов Коми – определение категорий земель с разной динамикой лесовосстановления (например, заросшие гари и вырубки) [25].

Эффективность использования показателей НБДЗ

Данный цикл работ представляет собой значительный кластер (около 40%) от общего количества публикаций по тематике НБДЗ и отражает такие вопросы, как: а) сверка показателей, полученных из глобальных наборов данных, с национальными данными; б) факторы изменчивости глобальных показателей НБДЗ; в) возможные альтернативные индикаторы для интерпретации динамики глобальных показателей НБДЗ; г) необходимость и доступность данных для дополнительных показателей НБДЗ; д) способы выбора набора показателей с учетом региональных и местных особенностей.

Исследования показали, что три глобальных показателя НБДЗ (динамика наземного покрова, продуктивности и динамика запасов почвенного органического углерода) не вполне соответствуют национальным данным. На уровне отдельного хозяйства расхождение между результатами, полученными с использованием глобальных данных, данных детальных спутниковых снимков и наземных наблюдений, может достигать 20-30% [26]. Причина этого состоит в том, что глобальные показатели НБДЗ отражают *динамику* определенных параметров за определенный период времени, в то время как традиционная национальная система предназначена для оценки *качества* земель, пригодных для определенных целей [27]. Другими словами, национальная система мониторинга и оценки земель основана на отраслевых методах оценки статических свойств земель. Для этого не требуются данные о сопоставимых параметрах деградации земель, полученные с помощью единой методической платформы.

Оценка динамики земельного покрова с использованием традиционной национальной системы учета земель не в полной мере соответствует классам земельного покрова, принятым для оценки НБДЗ. В российском земельном кадастре различают категории земель по целевому использованию (лесного фонда, сельскохозяйственные, промышленные и т.д.) и угодья по фактическому хозяйственному использованию. Например, лесной фонд может включать в себя не только лесные массивы, но и пахотные земли, водно-болотные угодья, дороги и другие «земли». Статистический учет этой системы сложен и противоречив. Во многих случаях состояние земельного покрова по «категориям земель» остается неизменным (особенно для земель сельскохозяйственного назначения и лесного фонда), а основные изменения (если они есть) касаются «земель», которые практически не прослеживаются в государственной земельной статистике. Более того, национальная статистика фиксирует общие фактические площади, но не фиксирует переходы «категорий земель» или «земель» из одной в другую.

Распространенным явлением становится оценка продуктивности земель посредством использования индексов растительности, полученных в результате интерпретации

мультиспектральных космических снимков. Однако для этих методов оценки существует и ряд сложностей, связанных как с отраслевыми, так и с биофизическими особенностями разных регионов. Например, для засушливых земель NDVI, полученный на основе сезонных комплексных данных, более важен, чем среднегодовое значение [28]. Для сельскохозяйственных угодий при нерегулярных севооборотах оценки NDVI малопригодны, поскольку спектральная отражательная способность различных культур не повторяется в многолетнем цикле.

Для локальной оценки сельскохозяйственных и лесных предприятий, особенно в условиях отсутствия достоверных данных показано, что отдельные программные средства пока не могут адекватно оценить процессы углеродного обмена, особенно в степных и лесостепных ландшафтах. Однако правильно подобранные ансамбли, состоящие из имитационных моделей С-баланса и С-калькуляторов, подкрепленных натурными данными, способны успешно решать подобные задачи. При выполнении этого условия чистый углеродный баланс определенной территории может служить альтернативой показателю динамики запасов ПОУ [29].

Среди дополнительных и альтернативных индикаторов, которые позволили бы более точно определять тенденции в достижении НБДЗ, предлагаются разные индикаторы. В этом аспекте показатель эрозии почв является наиболее важным для сельскохозяйственных земель России [30]. В России исследования последних лет указывают на снижение скорости эрозии и общей площади эродированных земель за последние 30-40 лет в результате забрасывания сельскохозяйственных угодий и их зарастания. Изменение климата привело к уменьшению глубины промерзания почвы и стока весеннего стока, что, в свою очередь, также приводит к уменьшению эрозии почвы. В [29] авторы демонстрируют возможность использования индикатора эрозии почвы в качестве важного дополнения к трем глобальным индикаторам НБДЗ как на страновом, так и на местном уровне. Показатели водной эрозии почвы (в частности, коэффициент длины и крутизны (LS); потенциал эрозии) также могут использоваться для косвенной интерпретации динамики ПОУ, азота и воды, активности почвенной микробиоты.

Ряд авторов предлагают показатель засушливости как один из наиболее важных показателей для оценки НБДЗ. На локальном уровне это можно интерпретировать через показатели атмосферных осадков (в том числе снегонакопления) и влажности почвы в разные сезоны года, которые интегрально оценивают способность удерживать влагу в течение вегетационного периода и тем самым определяют неоднородность почвенного покрова и ландшафтной динамики. Индикаторы засухи, которые в конечном итоге отражают деградацию почвы за счет доступности влаги и питательных веществ для растений, включают такие характеристики, как водоудерживающая способность почвы и уплотнение. Такие показатели засухи в первую очередь актуальны для местных оценок НБДЗ. Показатели засоления почвы, агроистощение (снижение содержания основных питательных веществ), засоленность могут рассматриваться для НБДЗ на разных уровнях. Также подчеркивалась возможность использования состояния охраняемых территорий (ОПТ, площади в регионе и внутренней стабильности) для характеристики изменений растительного покрова (цит. по [31]).

В действующей российской системе регистрации земель и статистике не существует показателей, соответствующих показателям НБДЗ, используемых для мониторинга деградации земель, за исключением земель сельскохозяйственного назначения. В целях интеграции показателей качества земель, используемых в России, в глобальную систему было предложено упорядочить различные отраслевые данные посредством единой последовательной «надстройки» на основе НБДЗ для разных отраслевых систем. Разработана концептуальная схема иерархической структуры системы показателей НД в России [27] , включающая , с одной стороны, динамические показатели, характеризующие достижение НБДЗ, а с другой стороны, показатели состояния, характеризующие качество земель (с точки зрения рисков и результатов деградации) по соответствующим категориям.

Используя эти подходы, был проведен предварительный анализ и выбор показателей секторального уровня, с целью интеграции в глобальную систему оценки на основе НБДЗ, среди них в первую очередь называются: площадь эродированных земель, лесистость, средняя урожайность и т.д. Дальнейшие пути интеграции национальных и международных систем оценки деградации земель заключаются в следующем: а) разработка единого национального перечня индикаторов и мер для земель различного уровня. категории и виды использования земель; б) использование единых качественных шкал показателей при варьировании количественных значений их измерений (по регионам, отраслям, категориям земель и т.д.); в)

использование шкал качества земли в сравнении с лучшими (максимизация показателей) и/или худшими (минимизация показателей) участками в определенном населенном пункте/регионе.

Возможности использования концепции НБДЗ для экономической оценки земель

Экономическая оценка земель имеет важное значение для поиска дополнительных показателей и мер НБДЗ. Трудно обрисовать последовательную картину достижения НБДЗ только с использованием биофизических показателей без прямых экономических оценок с точки зрения ущерба-прибыли, потерь-доходов, динамики стоимости и цена и т. д. Подчеркивается, что существенным недостатком концепции НБДЗ является то, что ни один из его показателей не включает в себя экономическую интерпретацию: природный капитал не монетизируется, что приводит к необходимости переоценки деградации с использованием «внешней» методологии. Логика комплексной оценки экосистемных услуг заявлена так, как она исходит из определения НБДЗ, однако фактически анализируется только продуктивность надземной биомассы (и только оцененная по NDVI), а характеристики почвы сводятся к запасам углерода. В цикле работ ученых МГУ имени М.В. Ломоносова показано (цит. по [31]) на примере пилотных участков, что используя показатели агроистощения почвы (основные питательные вещества, гумус, pH) ущерб может быть монетизирован и для разных участков колеблется от 4 до 153 тыс. руб./га. Этот расчет ущерба включает не только затраты на восстановление потенциала почвы, но и стоимость бездействия. Разработка экономической оценки на основе НБДЗ находится на ранних стадиях, поскольку с точки зрения экономической науки эти подходы упрощены и не учитывают местные особенности затрат на рабочую силу, сельскохозяйственные рынки, затраты на инфраструктуру и другие показатели, влияющие на экономическую ситуацию. эффективность сельскохозяйственного производства помимо свойств почвы.

Оценка базового уровня для оценки НБДЗ.

Ранее нами отмечалось [32], что существуют три ограничения для установления базового уровня НБДЗ (рекомендованного на глобальном уровне как среднего значения за 15 лет) для принятия задачи 15.3 ЦУР, а именно: неравномерность растительного покрова и динамика продуктивности земель в результате радикальных социально-экономических изменений и противоречивых земельных реформ с начала 1990-х годов; большие площади лесов с более длительным периодом восстановления или формирования новых растительных сообществ, достигающим сотен лет; долговременные «фоновые» процессы естественной эволюции ландшафтов и адаптации к изменению климата. С момента этой публикации собрано большое количество данных, подтверждающих эти выводы на основе ретроспективного анализа космических снимков и научных архивов, исследований эволюции и изменчивости ландшафтов и их компонентов в разных географических точках, в том числе реакции на различные природные явления и антропогенное воздействие.

Оказывается, что даже для степных и сухостепных пастбищ период в 15-20 лет недостаточен для базового уровня, учитывая необходимость полного восстановления природного капитала и экосистемных услуг. В степных природных экосистемах регенерация занимает не менее 50-60 лет [17], а восстановление естественных растительных сообществ и почвенного покрова в нарушенных тундровых экосистемах – 40-100 лет [33]. Регенерация некогда нарушенных экосистем часто тормозится другими постоянными и длительными нарушениями, такими как лесные и луговые пожары, нашествие вредителей и т. д. Кроме того, естественные леса практически не восстанавливаются в исходное состояние: лесные массивы расширяются за счет сосновых и мягколиственных пород, в то время как старые площади естественных лесов, состоящие из более ценных хвойных и лиственных пород, сократились.

Сложные процессы быстрого истощения и деградации и последующего длительного восстановления экосистем местности отражены в практике судебных экспертиз, для которой одними из ключевых понятий являются «значительный вред», «восстановление до исходного состояния» или «полное восстановление». и для которых подход НБДЗ может быть полезен. Подчеркивается, что мероприятия по восстановлению всего объема экосистемных услуг и социальной значимости нарушенных экосистем практически никогда не являются достаточными для возвращения территории в «исходное состояние» из-за ее неопределенности [34]. Фактически речь идет о разнообразных, хотя и взаимодополняющих целях восстановления качества нарушенных и деградированных систем путем: а) восстановления исходной продуктивности, б) восстановления экологических функций, в) восстановления экологического баланса, г) устранения негативных воздействий, д) прекращения негативных процессов/функций, е) устранения определенной части отрицательных качеств/свойств, ж)

приобретения/достижения определенных положительных качеств/процессов/режимов относительно исходного состояния, з) достижения устойчивого состояния. Для уменьшения неопределенности экспертных решений предлагается использовать при определении цели восстановления понятие «оптимальное состояние» вместо «исходное состояние». Это может обеспечить реализацию комплекса экосистемных функций, наиболее отвечающих критериям экологической безопасности в конкретных условиях объекта. Данное предложение соответствует концепции «компенсации экологического ущерба», закрепленной в законодательстве РФ.

Как отмечалось выше, естественные тенденции часто доминируют над антропогенным воздействием, поэтому в динамике земель следует учитывать их фон для определения исходных условий. Исследования голоценовой эволюции ландшафтов юга России показывают, что многие процессы деградации земель предопределены историей ландшафтов, их «генетической памятью»: антропогенные воздействия «запускают» процессы деградации (засоление, осолонцевание, дефляция) на участках, где в прошлом имели место их природные аналоги, несмотря на то, что эти старые процессы были завершены и их функции не проявляются в активной фазе. Попытки человека изменить направление текущих процессов деградации на местном уровне (например, ирригация против засоления) могут временно снизить их интенсивность, но не способны обратить их вспять с помощью имеющихся технологий [35]. Поэтому попытки достичь НБДЗ в таких случаях обречены на провал при недостаточных инвестициях.

Помимо временных и экосистемных факторов установления базовой линии, продолжительность базового периода также зависит от пространственных и масштабных факторов [36]. Например, если качество земель отдельных сельскохозяйственных угодий можно восстановить в течение нескольких лет, то для восстановления устойчивой системы сельскохозяйственных ландшафтов потребуются десятилетия. Если восстановление лесных экосистем занимает десятки лет, то для восстановления целостности фрагментированных малонарушенных лесов потребуются сотни лет.

НБДЗ как интегральный индикатор устойчивого землепользования (УЗП) и адаптации к изменениям климата).

Достижение НБДЗ в определенной степени связано с применением УЗП для обеспечения экологического баланса, продовольственной безопасности и экономической эффективности. Несмотря на кажущуюся простоту этой взаимосвязи, она представляется эффективным инструментом для лиц, принимающих решения на национальном и субнациональном уровне. Например, учитывая разнонаправленное разнообразие тенденций деградации и восстановления в различных климатических и экономических условиях территории России, «индекс НБДЗ» служит простым и эффективным инструментом для выявления УЗП, эффективной земельной политики и снижения риска НБДЗ для любого региона. Отрицательные значения индекса указывают на высокую долю деградированных и уязвимых земель и необходимость обмена передовым опытом УЗП [16]. Тот же принцип полезен и для индивидуальных фермерских хозяйств: совместная оценка и картирование НБДЗ и УЗП, проведенная на пилотных участках сельскохозяйственных территорий Курской, Самарской и Ростовской областей, показала, что территории с положительным индексом НБДЗ характеризуются эффективными практиками землепользования

Дальнейший анализ моделей землепользования позволил выдвинуть гипотезу, что достижение НБДЗ на определенной территории определяется не столько охватом этой территории эффективными практиками УЗП, сколько сохранением экологического каркаса определенного типа УЗП (основных территорий и сетей УЗП). Такие рамки поддерживают устойчивость конкретных моделей УЗП при минимальных затратах благодаря высокому природному потенциалу или эффективным технологиям управления земельными ресурсами [37]. К ним относятся, например, сельскохозяйственные территории с применением адаптивных ландшафтно-почвоохранных технологий, сети лесозащитных полос, гидрологические сети речных бассейнов, включая их поймы и долины и т.д. Такие каркасы и опорные территории способствуют не только снижению рисков деградации земель, но и сохранение биоразнообразия и смягчение последствий изменения климата [38].

Заключение. НБДЗ представляет собой развивающуюся концепцию, которая постепенно выходит за рамки изначально обозначенных рамочных подходов КБО ООН и развивается в разных, зачастую неожиданных направлениях, что ярко проявляется в ее взаимодействии с

традиционными национальными научными школами. Проблема деградации земель вышла за рамки узкой классификации опустынивания, мандата КБО ООН в отношении засушливых земель и концепции «рационального» или «эффективного» землепользования, которые доминировали ранее.

Исследования применимости методов НБДЗ с использованием трех глобальных индикаторов показали, что концепция НБДЗ вместе с расчетным инструментом Trends.Earth может рассматриваться как целостный и эффективный подход для поддержки принятия решений в области мониторинга процессов деградации земель на национальном и субнациональном уровнях. С этой целью и для поддержки принятия решений был рекомендован индекс НБДЗ. Реконструкция матриц перехода для выявления изменений наземного покрова и продуктивности земель является важным элементом выявления критических тенденций и должна выполняться с учетом местных условий и добавлением конкретных подкатегорий земель.

Обзор показал, что наибольшее внимание было обращено на применение глобальных и национальных показателей НБДЗ, хотя все три глобальных показателя НБДЗ демонстрируют существенные отклонения от национальных данных. В настоящее время в России единственным эффективным способом интеграции подходов на основе НБДЗ и национальных отраслевых систем оценки качества земель является их совместное использование с одновременным разделением задач для каждой из систем оценки. Это требует разработки «надстройки» НБДЗ для отраслевых систем разного качества, позволяющей им постепенно сближаться за счет использования альтернативных и дополнительных показателей. Эрозия почвы называется в качестве наиболее важного национального показателя, определяемого как дополнительный параметр для оценки НБДЗ, за ним следует показатель засушливости. Засоленность почвы, биологическое разнообразие и земли на охраняемых территориях также входят в число индикаторов, которые можно использовать в разных регионах и странах либо для конкретных экосистем, либо на субнациональном уровне.

Существенными ограничениями для установления базовой линии НБДЗ выступают: непоследовательность тенденций динамики наземного покрова, вызванная изменением климата, масштабными земельными реформами и долгосрочной голоценовой эволюцией ландшафтов, которые могут выступать в качестве более мощных движущих сил изменений. чем антропогенное воздействие. Развитие концепции НБДЗ позволяет внести новые аспекты в понятие «устойчивости» землепользования: НБДЗ может служить индикатором устойчивости землепользования и эффективности адаптационных мероприятий в границах определенных территорий.

Работа выполнена в рамках государственной темы ИГ РАН FMWS-2022-0001.

Список литературы

1. Agenda 2030. The 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution A / RES / 70/1., Adopted by the UN General Assembly on September 25, 2015. Available at: https://unctad.org/meetings /en/SessionalDocuments/ares70d1_en.pdf (дата обращения: 27.04.2020).

2. Orr B.J., Cowie A.L., Castillo V.M.S., Chasek P., Crossman N.D., Erlewein A., Louwagie G., Maron M., Metternicht G.I., Minelli S., et al. 2017. Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface. Bonn, Germany: United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) [Электронный ресурс https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2019-06/LDN_CF _report_web-english.pdf&hl=en&gl=ca (дата обращения: 14.06.2023)].

3. UNCCD. Land Degradation Neutrality: The Target Setting Programme. 2016. 20 p.

4. Куст Г.С., Глазовский Н.Ф., Андреева О.В., Шевченко Б.П., Добрынин Д.В. Основные результаты по оценке и картографированию опустынивания в Российской Федерации // Аридные экосистемы. 2002. Т. 8. № 16. С. 7-27.

5. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: оценка рисков и эколого-экономических последствий деградации земель» / Под ред. А.И. Бедрицкого. М.: ГЕОС, 2018. 357 с.

6. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации» / Под ред. Р.С.-Х. Эдельгериева. М.: МБА, 2019. Т. 2. 476 с.

7. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: проявления засухи, меры предупреждения, борьбы, ликвидация последствий и адаптивные меры» / Под ред. Р.С.-Х. Эдсльгсрисва. М.: МБА, 2021. Т. 3. 700 с.

8. Зонн И.С., Куст Г.С., Андреева О.В. Парадигма опустынивания: 40 лет развития и глобальных действий // Аридные экосистемы. 2017. Т. 23. № 3. С. 5-19.

9. Куст Г.С., Андреева О.В., Зонн И.С. Деградация земель и устойчивое землепользование: Словарь-справочник. М.: Издательство Перо, 2018. 107 с.

10. Пустыни и опустынивание. Энциклопедия / И.С. Зонн, Г.С. Куст, Н.С. Орловский и др. Международные отношения. М., 2018. 752 с.

11. ГОСТ Р 59055-2020. Земли. Термины и определения.

12. Долгинова В.А., Рыбальский Н.Н. От рационального землепользования к почвенной нейтральности // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2020. № 1. С. 32-36

13. Del Barrio G., Sanjuán M.E., Martínez-Valderrama J. [et al.]. Land degradation means a loss of management options. Journal of Arid Environments. 2021. No 189. P. 104-502.

14. Trends.Earth (2018). Trends.Earth Documentation Release 0.56. Conservation International Retrieved from https://catalogue.unccd.int/972_Trends.Earth.pdf (дата обращения: 27.12.2021).

15. Trifonova T., Mishchenko N., Petrosyan J. Dynamics of soilproductive potential of River Basin ecosystems functioning in different climatic conditions assessed basing on remote sensing data // Eurasian Soil Science. 2020. No 53. 155-165.

16. Андреева О.В., Куст Г.С. Оценка состояния земель в России на основе концепции нейтрального баланса их деградации // Изв. РАН. Сер. Геогр. 2020. Т. 84. № 5. С. 737-749.

17. Деградация земель и опустынивание в России: новейшие подходы к анализу проблемы и поиску путей решения / Ред. Г.С. Куст. М.: Перо, 2019. 235 с.

18. Куст Г.С., Андреева О.В., Лобковский В.А., Славко В.Д. Проблемы землепользования и деградации земель в контексте Программы ЮНЕСКО Человек и Биосфера // Вопросы географии. М.: Медиа-ПРЕСС, 2021. Т. 152. С. 222-252.

19. Куст Г.С., Андреева О.В., Лобковский В.А. Нейтральный баланс деградации земель – современный подход к исследованию засушливых регионов на национальном уровне // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 2(83). С. 3-9.

20. Kust G., Andreeva O., Cowie A. 2017. Land Degradation Neutrality: Concept Development, Practical Applications and Assessment // Journal of Environmental Management. Vol. 195. P. 16-24.

21. Беляева М.В., Куст Г.С., Андреева О.В. Оценка нейтрального баланса деградации земель Самарской области с помощью глобальных и региональных индикаторов // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2023. № 3. С. 16-27.

22. Макаров О.А., Красильникова В.С., Марахова Н.А., Абдулханова Д.Р. Опыт эколого-экономической оценки и мониторинга деградации почв и земель субъекта Российской Федерации (на примере Калининградской области) // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2021. № 4. С. 22-27.

23. Черкасова О.В., Строков А.С., Цветнов Е.В., Макаров О.А., Чекин М.Р. Особенности оценки продовольственной безопасности муниципальных образований Пензенской области // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2021. № 12. С. 36-43. I

24. Славко В.Д., Андреева О.В., Куст Г.С. Оценка динамики наземного покрова в целях установления нейтрального баланса деградации земель на локальном уровне (для опустыненных угодий сухостепного Заволжья // Аридные экосистемы. 2023. Т. 29. № 1(94). С. 59-69.

25. Кузнецова Д.А., Птичников А.В. Применение подхода НБДЗ для оценки устойчивости лесных экосистем на примере модельного леса Прилузье // Деградация земель и опустынивание: проблемы устойчивого природопользования и адаптации. Москва: ООО «МАКС Пресс», 2020. С. 58-62.

26. Беляева М.В., Андреева О.В., Куст Г.С., Лобковский В.А. Опыт оценки динамики деградации земель юга европейской части России с использованием методологии нейтрального баланса деградации земель // Экосистемы: экология и динамика. 2020. Т. 4. № 3. С. 145-165.

27. Лобковский В.А., Андреева О.В., Куст Г.С. Интеграция международной и национальной систем мониторинга и оценки деградации земель в России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 9-27.

28. Zolotokrylin, A., Titkova, T., Cherenkova, E. Characteristics of spring-summer drought in dry and wet periods in the south of European Russia // Arid Ecosystems. 2020. No 10. 322-328.

29. Карелин Д.В. Цымбарович П.Р. Зависимость микробиологической активности и химических характеристик почвы от топографической позиции на старопахотных участках черноземной лесостепи // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 134-150.

30. Shapovalov D.A., Klyushin P.V., Savinova S.V. Ecological problems of agricultural land use in Stavropol Krai // Arid Ecosystems, 2020. No 10. 135-139.

31. Kust G., Andreeva O., Lobkovskiy V., Annagylyjova J. Experience in application and adaptation of the land degradation neutrality concept in the Russian Federation // Land Degradation and Development. 2022. P. 1-18.

32. Kust G., Andreeva O., Lobkovskiy V., Telnova N. Uncertainties and Policy Challenges in Implementing Land Degradation Neutrality in Russia // Environmental Science & Policy. 2018. Vol. 89. P. 348-356.

33. Sizov O., Ezhova E., Tsymbarovich P., Soromotin A., Prihod'ko N., Petäjä T., Zilitinkevich S., Kulmala M., Bäck J., Köster K. Fire and vegetation dynamics in north-West Siberia during the last 60 years based on high-resolution remote sensing // Biogeosciences Discussions. 2020. P. 1-34.

34. Кутузова Н.Д., Куст Г.С. Международный опыт восстановления объектов окружающей среды и его применение при производстве судебно-экологических экспертиз // Теория и практика судебной экспертизы. 2018. Т. 13. № 2. С. 105-109.

35. Андреева О.В., Куст Г.С. Учет разнонаправленных трендов ландшафтной динамики в голоцене для современной оценки нейтрального баланса деградации земель // Динамика экосистем в голоцене. М., 2019. С. 24-26.

36. Лобковский В.Л., Куст Г.С., Андреева О. В. Методические подходы к оценке временно́го интервала для установления базовой линии в целях сравнительной оценки динамики деградации земель // Проблемы региональной экологии. 2020. № 4. С. 48-56.

37. Андреева О.В., Куст Г.С., Лобковский В.А. Устойчивое землепользование и нейтральный баланс деградации земель // Вестник РАН. 2022. Т. 92. № 6. С. 509-521.

38. Гулянов Ю.А., Чибилев А.А. (мл.), Чибилев А.А., Левыкин С.В. Проблемы адаптации степного землепользования к антропогенным и климатическим изменениям (на примере Оренбургской области) // Изв. Росс. академии наук. Сер. географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 28-40.

УДК 551.312.2:551.438.5(476.7)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-693-697

ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БОЛОТНОГО МАССИВА МОРОЧНО (БЕЛОРУССКОЕ ПОЛЕСЬЕ)

TECHNOGENIC TRANSFORMATION OF THE EARTH'S SURFACE IN THE EASTERN PART OF THE MOROCHNO SWAMP MASSIF (BELARUSIAN POLESIE)

Кухарик Е.А.[1,2], Ратникова О.Н.[1], Глаз А.С.[1], Крапивин П.П.[3]
Kukharik E.A.[1,2], Ratnikova O.N.[1], Glaz A.S.[1], Krapivin P.P.[3]

[1]Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь
[2]Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь
[3]Национальный детский технопарк, Минск, Республика Беларусь
[1]Institute for Nature Management of the NAS of Belarus, Minsk, Republic of Belarus
[2]Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus
[3]National Children's Technopark, Minsk, Republic of Belarus

E-mail: shzhk@mail.ru

Аннотация. В настоящей работе проанализированы основные особенности формирования и техногенной трансформации территории восточной части болотного массива Морочно. Описаны геоморфологические черты исследуемого района и построена оригинальная гипсометрическая схема. Установлено, что формирование восточной части болотного массива Морочно происходило в условиях пониженного междуречного пространства рр. Припять, Горынь и Стыр преимущественно в интервале абсолютных отметок 134,0-140,0 м. Показано, что производственная деятельность человека, направленная на добычу торфа и использование осушенных площадей в сельскохозяйственном производстве, привела к существенной трансформации облика земной поверхности и режима проявляющихся современных геологических процессов. Начиная с 1960-х гг., техногенные геологические процессы проявляются преимущественно в северной части изученной территории. В настоящее время площадь арены их развития составляет 3509,4 га (46,1% от общей площади исследованного района). Добыча торфа здесь привела к уничтожению естественных болотных фитоценозов и их деградации на прилегающих площадях, а также к повышению риска возникновения пожаров. Нерациональное использование осушенных и выработанных участков приводит к уменьшению мощности слоя торфа от процессов минерализации и дефляции и общему понижению абсолютных отметок земной поверхности.
Ключевые слова: техногенные геологические процессы, техногенный рельеф, болотный массив, добыча торфа, Морочно.

Abstract. This article contains analysis of the main features of the formation and technogenic transformation of the eastern part of the Morochno swamp massif. The geomorphological features of the study area have been described and an original hypsometric scheme has been constructed. It has been established that the formation of the eastern part of the Morochno swamp massif occurred on the low territory of interfluve space of the rivers Pripyat, Goryn and Styr with absolute elevations mainly of 134.0-140.0 m. It's shown that human's production activity such as peat extraction and agricultural usage of drained areas have led to a significant restructuring of the earth's surface and the regime of modern geological processes. Since the 1960s technogenic geological processes have developed mainly in the northern part of the studied territory. Currently the area of their manifestation is 3509.4 hectares (46.1% of the studied area). Peat extraction has led to the destruction of natural swamp phytocenoses and their degradation in adjacent areas, as well as to an increased risk of fires. Irrational usage of drained and mined-out areas leads to a decrease in the thickness of the peat layer due to the processes of mineralization and deflation and a general decrease in the absolute elevations of the earth's surface.
Key words: technogenic geological processes, technogenic relief, swamp massif, peat extraction, Morochno.

Введение. Особенности истории геологического развития территории Беларуси в позднем плейстоцене и голоцене и геоморфологического облика земной поверхности предопределили благоприятные условия для протекания болотообразовательного процесса. Так, по данным [1] в республике сосредоточено около 4 млрд т торфа с прогнозными извлекаемыми запасами 600-800 млн т. Это обусловило широкое вовлечение торфяников в промышленную разработку, что вызывает заметную трансформацию земной поверхности на значительных площадях, которые для отдельных месторождений составляют сотни гектаров. Интенсивной

техногенной трансформации в результате промышленной добычи торфа подвергся и болотный массив Морочно, в пределах которого торфоразработка ведется с начала 1940-х гг.

Материалы и методы исследований. В настоящей работе мы сосредоточили внимание на изучении техногенных геологических процессов, прежде всего, в восточной части болотного массива Морочно, т.к. здесь располагаются основные разрабатываемые в настоящее время площади, а также выработанные участки и площадки, намеченные к дальнейшему вовлечению в производственный процесс. Границы исследуемого района были приняты исходя из сведений о нулевой мощности торфа в этой части болотного массива, которые содержатся в кадастровом справочнике [2]. Также учитывались материалы исследований последних лет, изложенные в [3]. В период 2019-2022 гг. на территории восточной части болота Морочно были проведены полевые работы, нацеленные на изучение проявлений современных техногенных и экзогенных геологических процессов. Были установлены основные параметры сформированных техноморф, охарактеризованы последствия торфоразработки, сказавшиеся на структуре современных геологических процессов, строении земной поверхности. Рассмотрим подробнее особенности техногенной трансформации изученного объекта.

Результаты и их обсуждение. Восточная часть болотного массива Морочно площадью 7606,4 га расположена в Столинском районе Брестской области *(рисунок 1)*. В геоморфологическом отношении болото приурочено к Столинской равнине Полесской низменности, занимая междуречье рр. Припять, Горынь и Стыр [4].

Анализ данных *рисунка 1* показывает, что абсолютные отметки земной поверхности в пределах изученного района изменяются преимущественно с севера на юг от 134,6 м на крайнем северо-востоке до 143,2 м на крайнем юге. Незначительно, до 145,0 м, повышаются высоты в юго-западной части болотного массива, а в центральной его части расположен локальный подъем рельефа с отметкой земной поверхности 152,2 м. Окружающие район исследования пространства возвышаются над поверхностью болотного массива в среднем на 2-6 м юго-восточнее и восточнее, на 4-5 м южнее и на 2-4 м юго-западнее и западнее. Максимальные отметки высот расположены восточнее д. Городная Столинского района Брестской области (159,0 м и 162,0 м) и южнее д. Первомайск Столинского района Брестской области (154,5 м).

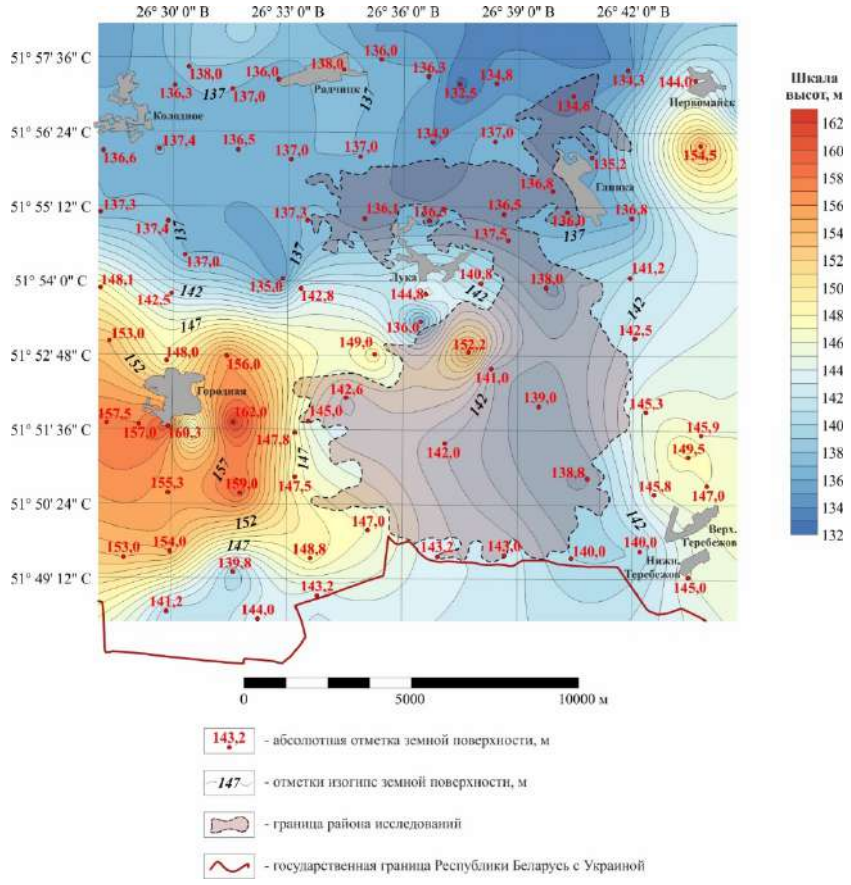


Рисунок 1. Гипсометрическая схема восточной части болотного массива Морочно и прилегающих территорий.

Исследуемый объект относится к Столинско-Лельчицкому торфяному району, характеризующемуся высокой заторфованностью (25,1%) и большой долей верховых торфов в составе продуктивных залежей [5]. Эти данные подтверждаются кадастровыми материалами: торфяная залежь болота Морочно состоит из смешанного торфа на 70%, 25% и 5% торфа приходится на низинный и верховой типы соответственно. Средняя мощность торфа составляет 2,75 м, а максимальная достигает 5,7 м [2].

Первые осушительные работы в пределах восточной части болотного массива Морочно были проведены в 1960-е гг. Активная торфодобыча началась в северной части изученного района в 1970-е гг., которой предшествовали масштабные подготовительные мероприятия, заключающиеся в сгущении сети осушительных каналов, уничтожении естественной растительности. В настоящее время южные участки изученной территории находятся в естественном состоянии, центральные и северные – интенсивно трансформированы хозяйственной деятельностью человека *(рисунок 2)*.

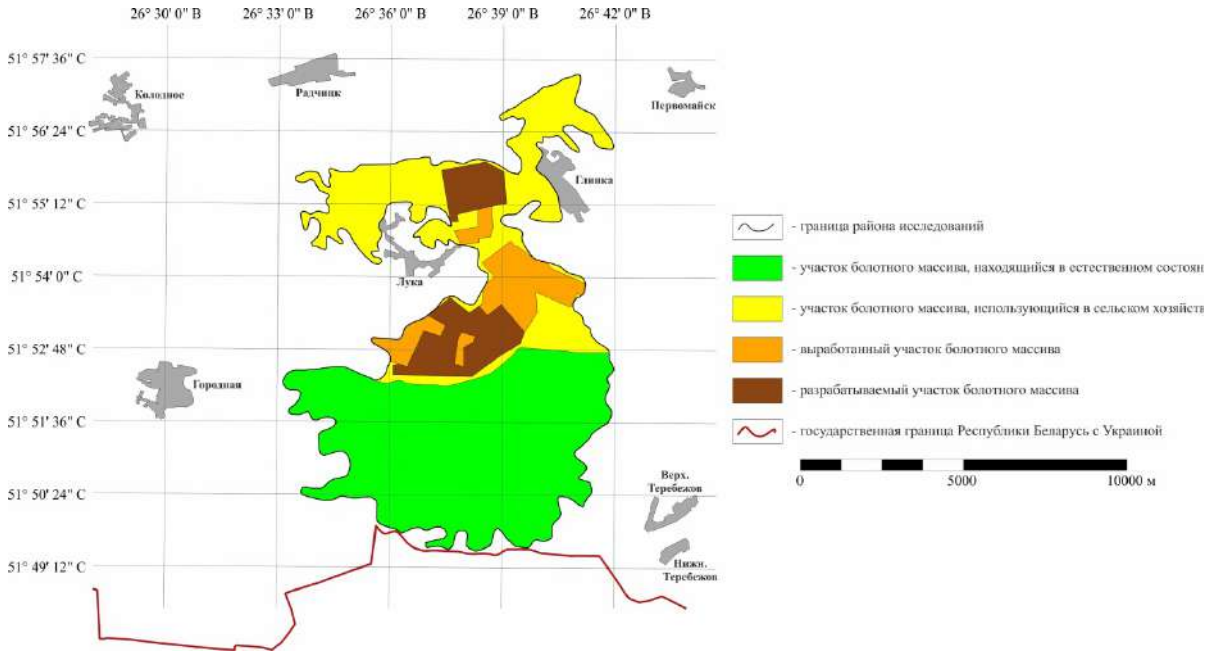


Рисунок 2. Зонирование восточной части болотного массива Морочно по особенностям техногенной преобразованности.

В результате исследований установлено, что в естественном состоянии находится участок болотного массива площадью 4097,0 га (53,9%). К земельному фонду отнесены участки совокупной площадью 2063,9 га (27,1%), использующиеся в сельском хозяйстве. Выработанные площади занимают 672,7 га (8,8%), разрабатываемые в настоящее время – 772,8 га (10,2%). Общая площадь участков проявления техногенных геологических процессов составляет 3509,4 га (46,1%).

Для организации торфодобычных работ уровень подземных вод был понижен на 1,5-2,0 м путем сброса вод осушительными каналами. В настоящее время по периметру полей добычи торфа функционирует крупный обводной канал с глубиной русла 3,0-3,5 м и шириной до 4,0-6,0 м [6]. Сооружение открытых каналов-осушителей, дренирующих разрабатываемые площади болотного массива, приводят к формированию отрицательных техноморф *(рисунок 3)* и перемещению значительных объемов грунтов, которые используются для отсыпки дамб и дорожных оснований.

Кроме этого, осушительные мероприятия оказывают негативное воздействие на растительный покров, развивающийся на прилегающих к полям добычи участках. По данным [7], в результате добычи торфа на участке «Зубково» торфяного месторождения Морочно ширина зоны влияния на растительный покров составляет до 500-1000 м. Также из-за переосушения верхних слоев покровных органогенных отложений формируется риск возникновения пожаров, которые неоднократно фиксировались в пределах исследуемого болотного массива. Негативными последствиями пожаров являются: выгорание подстилки, верхнего слоя органогенных отложений на глубину до 1,5 м; обеднение видового состава флоры; гибель почвенных беспозвоночных, мелких насекомых, рептилий, амфибий, птиц [8].



Рисунок 3. Крупная отрицательная техноморфа – русло обводного канала, окаймляющего участки торфоразработок на территории восточной части болотного массива Морочно.

Непосредственно в процессе добычи торфа активно проявляются техногенные геологические процессы горнопромышленного типа, формирующие своеобразный облик земной поверхности, характеризующийся сочетанием положительных и отрицательных техноморф *(рисунок 4)*.

Денудационными техногенными геологическими процессами к настоящему времени сформированы выработанные участки на площади 672,7 га, поверхность которых осложнена параллельными руслами картовых каналов глубиной до 2,0-2,5 м, а также выклиниваниями подстилающих торфяную залежь песчаных отложений, которые вовлекаются в ветровой перенос, активизируя процесс дефляции, в особенности на пирогенно-преобразованных территориях. Кроме этого, на площадях земельного фонда, которые используются в сельском хозяйстве, происходит процесс минерализации торфа, что приводит к понижению абсолютных отметок земной поверхности, уплотнению и уменьшению мощности толщи органогенных отложений. Аккумулятивные техногенные процессы формируют насыпи (валки и штабели) фрезерного торфа, а также отвалы грунта, изъятого при строительстве обводного, магистральных и картовых каналов, нагромождения пней и остатков деревьев, уничтоженных в процессе добычи торфа [9, 10].



Рисунок 4. Техногенный комплекс рельефа юго-восточнее д. Лука Столинского района Брестской области, сформированный в результате добычи торфа в пределах восточной части болотного массива Морочно.

Заключение. Проведенные исследования позволили сформулировать следующие выводы:

1. Анализ геоморфологических особенностей изученного района позволяет говорить о том, что формирование восточной части болотного массива Морочно происходило в условиях пониженного междуречного пространства рр. Припять, Горынь и Стыр преимущественно в интервале абсолютных отметок 134,0-140,0 м.

2. В результате техногенного воздействия на земную поверхность восточной части болотного массива Морочно произошла ее заметная трансформация. Гидротехническими мелиорациями и добычей торфа сформирован техногенный комплекс рельефа на площади 3509,4 га (46,1%). Добыча торфа привела к уничтожению естественных болотных фитоценозов и их деградации на прилегающих территориях, а также к повышению риска возникновения пожаров.

3. Неэффективное сельскохозяйственное использование осушенных и выработанных участков ведет к уменьшению слоя торфа от процессов минерализации и дефляции, понижению абсолютных отметок земной поверхности.

Список литературы

1. Лиштван И.И., Курзо Б.В., Гайдукевич О.М., Навоша Ю.Ю. Ресурсы и качественный состав торфяного сырья на месторождениях, зарезервированных для термобиохимической переработки // Природопользование. 2019. № 1. С. 188-204.

2. Торфяной фонд Белорусской ССР: кадастровый справочник: по состоянию разведанности на 1 января 1978 г.: в 10 т. / Управление государственного торфяного фонда «Госторффонд» при Госплане БССР. Минск: [б. и.], 1979. Т. 3: Брестская область. 113 с.

3. База данных «Торфяники Беларуси» [Электронный ресурс] / НПЦ по биоресурсам НАН Беларуси, Ин-т природопользования НАН Беларуси. Режим доступа: https://peatlands.by. Дата доступа: 24.01.2024.

4. Матвеев А.В., Гурский Б.Н., Левицкая Р.И. Рельеф Белоруссии. Минск: Университетское, 1988. 320 с.

5. Пидопличко А.П. Торфяные месторождения Белоруссии (генезис, стратиграфия и районирование). Минск: Изд-во Академии наук Белорусской ССР, 1961. 192 с.

6. Волчек А.А., Шпендик Н.Н., Хинич А.И. К вопросу влияния торфяных разработок на гидрологический режим (на примере болотного массива «Морочно») // Проблемы водоснабжения, водоотведения и энергосбережения в западном регионе Республики Беларусь: сб. материалов междунар. науч.-техн. конф, посвящ 65-летию Победы в Великой Отечественной войне (Брест, 22-23 апр. 2010 г.) / редкол.: С.В. Басов [и др.]. Брест: БрГТУ, 2010. С. 55-59.

7. Жилинский Д.Ю., Груммо Д.Г. Динамика лесных фитоценозов под влиянием осушительной мелиорации (на примере болота «Морочно») // Ботаника (исследования). 2012. Вып. 41. С. 216-233.

8. Тановицкая Н.И., Ратникова О.Н. Мероприятия по минимизации воздействия добычи торфа на участке торфяного месторождения Морочно // Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов: сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф., приуроч. к 1000-летию г. Бреста (Брест, 12-14 сент. 2019 г.): в 2 ч. / редкол.: А.К. Карабанов, М.А. Богдасаров, А.А. Волчек. Брест: БрГУ, 2019. Ч. 2. С. 267-270.

9. Кухарик Е.А., Матвеев А.В. Интегральная оценка техногенной трансформации геологической среды юго-западного региона Беларуси // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. 2023. Т. 67. № 5. С. 425-432. DOI: 10.29235/1561-8323-2023-67-5-425-432.

10. Кухарик Е.А. Современные геологические процессы на территории юго-западной Беларуси. Минск: Беларуская навука, 2024. 156 с.

УДК 581.526.53
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-698-705

РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЯ ПЕТРОФИТНЫХ СТЕПЕЙ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

DIVERSITY AND ECOLOGY OF PETROPHYTIC STEPPES OF THE LEFT BANK OF THE MINUSINSK BASIN

Ларионов А.В.
Larionov A.V.

ФГБОУ ВО «ХГУ им. Н.Ф. Катанова», Абакан, Россия
Katanov Khakass State University, Abakan, Russia

E-mail: Larionovalexey000@yandex.ru

Аннотация. Проведен анализ синтаксономического разнообразия петрофитных степей левобережной части Минусинской котловины. В результате классификации 388 описаний (собственных и опубликованных) выявлено 7 ассоциаций, относящихся к двум классам *Cleistogenetea squarrosae* и *Festuco-Brometea*, и 3 сообщества, не имеющих синтаксономического статуса. На основании проведенной DCA-ординации показано разделение сообществ на два экологических ряда. Первый образуют петрофитные степи восточных отрогов Кузнецкого Алатау: acc. *Androsaco dasyphyllae-Caricetum pediformis* – acc. *Androsaco dasyphyllae-Helictotrichetum desertori* – сооб. *Pulsatilla ambigua-Arctogeron gramineum* – acc. *Dryado oxyodontae-Festucetum valesiacae*, характеризующиеся более холодными условиями, генетически связанные с высокогорной растительностью, во флористическом составе которых отмечаются ледниковые реликты. Второй – петрофитные степи юго-восточных частей Минусинской котловины: сооб. *Eritrichium jenisseense-Agropyron cristatum* – acc. *Galio coriacei-Selaginelletum sanguinolentae* – acc. *Youngio tenuifoliae-Agropyretum cristati* – сооб. *Iris ruthenica-Potentilla sericea* – acc. *Youngio tenuifoliae-Helictotrichetum desertori*, произрастающие на меньших высотах с небольшими перепадами температур. Внутри каждого ряда происходит дифференциация сообществ на градиентах увлажнения, высоты и температуры воздуха. Полученные результаты отражают экологические особенности петрофитных степей в условиях относительно изолированных межгорных котловин Хакасии.

Ключевые слова: петрофитные степи, Хакасия, межгорные котловины, климатические условия, *Cleistogenetea squarrosae*.

Abstract. The syntaxonomic diversity of the petrophytic steppes of the left-bank part of the Minusinsk basin is analyzed. As a result of the classification of 388 descriptions (own and published), 7 associations belonging to two classes *Cleistogenetea squarrosae* and *Festuco-Brometea* and 3 communities without syntaxonomic status were identified. Based on the DCA ordination, the division of communities into two ecological series is shown. The first is formed by the petrophytic steppes of the eastern spurs of the Kuznetsk Alatau (ass. *Androsaco dasyphyllae-Caricetum pediformis* – ass. *Androsaco dasyphyllae-Helictotrichetum desertori* – com. *Pulsatilla ambigua-Arctogeron gramineum* – acc. *Dryado oxyodontae-Festucetum valesiacae*), characterized by colder conditions, genetically related to high-altitude vegetation, in the floral composition of which glacial relics are noted. The second is the petrophytic steppes of the southeastern parts of the Minusinsk basin (com. *Erichium jenisseense-Agropyron cristatum* - com. *Galio coriacei-Selaginelletum sanguinolentae* – com. *Youngio tenuifoliae-Agropyretum cristati* – com. *Iris ruthenica-Potentilla sericea* – acc. *Youngio tenuifoliae-Helictotrichetum desertori*), growing at lower altitudes with lower temperature differences. Within each row, communities are differentiated based on moisture gradients, altitude, and air temperature. The results obtained reflect the ecological features of the petrophytic steppes in the isolated intermountain basins of Khakassia.

Key words: petrophytic steppes, Khakassia, intermountain basins, climatic conditions, *Cleistogenetea squarrosae.*

Введение. Островные степи приенисейской Сибири являются интересным природным объектом. Их формирование имеет сложную историю, оно происходило под действием различных факторов: изоляции соседних котловин, перепадов рельефа и климатических условий, плейстоценового оледенения, которые привели к высокому разнообразию степной растительности региона, ее неоднородности и высокой степени эндемизма сообществ. Расположение района на стыке Минусинской котловины, Кузнецкого Алатау и Западного Саяна привело к появлению значительного разнообразия петрофитных степей. Несмотря на активное изучение вопроса [1-6], ряд аспектов их разнообразия и экологии остается не до конца проработанным: некоторые сообщества не имеют описанного синтаксономического статуса,

место других в системе постоянно меняется. При этом не совсем ясна связь петрофитных степей Хакасии с аналогичными сообществами Тывы [4, 6, 7].

Целью данной работы является уточнение разнообразия петрофитных степей левобережной части Минусинской котловины и выявление их ключевых экологических особенностей.

Природные условия района исследований. Район исследования расположен на территории Республики Хакасия *(рисунок 1)*.

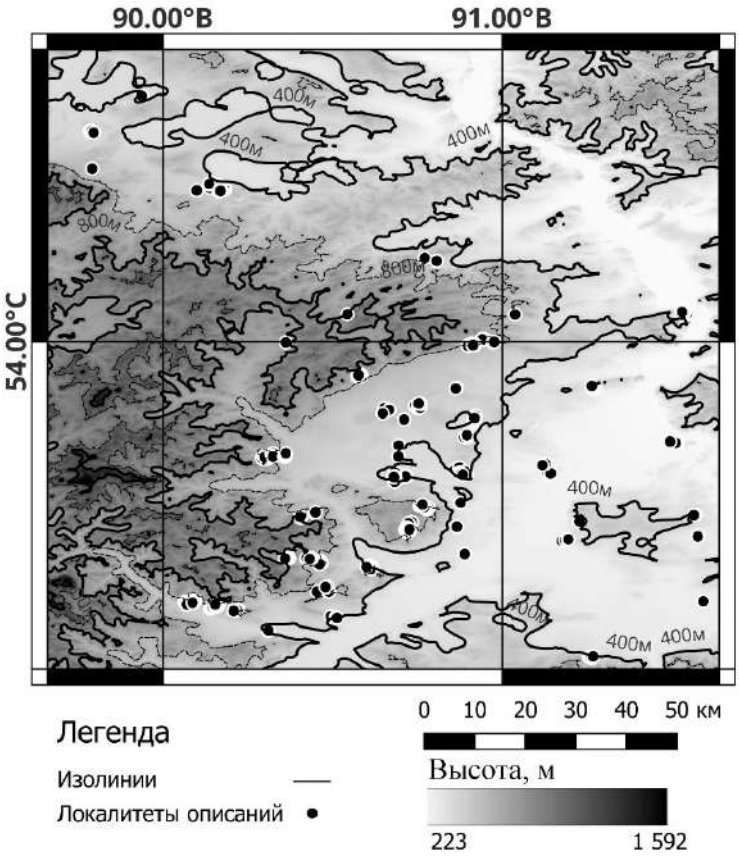


Рисунок 1. Картосхема ключевого полигона исследования, построена по данным Shuttle radar topographic mission (SRTM).

Он сложен тремя крупными геологическими структурами: левобережной частью Минусинской котловины, восточной частью предгорий Кузнецкого Алатау и частью северных предгорий Западного Саяна [8].

Климат резко континентальный, с холодной малоснежной долгой зимой и теплым коротким летом. Среднегодовая температура составляет от минус 1,2ºС до 0,4ºС. Средняя температура самого жаркого месяца (июля) составляет 16,5ºС, самого холодного месяца (января) – минут 19,2ºС. Центральная часть котловины из-за горного окружения подвержена эффекту температурной инверсии, из-за чего в предгорьях температура зимой выше, чем в котловине. Общее количество осадков составляет от 245 до 560 мм в зависимости от пояса. Большее количество получают предгорья, минимальное характерно для центра Южно-Минусинской котловины, находящейся в дождевой тени Кузнецкого Алатау. Территория исследования охватывает степной и лесостепной пояса и относится к Алтае-Саянскому горному биому Минусинской котловины [9].

Методы и материалы исследования. Основой работы послужил массив из 388 собственных и опубликованных геоботанических описаний петрофитных степей, из которых создана база данных на основании пакета TURBOVEG [10]. Обработка осуществлялась в пакете JUICE 7.1 [11].

Классификация выполнена методом Браун-Бланке. [12]. Первичная классификация проведена с помощью модифицированного алгоритма TWINSPAN [11]. Для более точного определения принадлежности сообщества к конкретной ассоциации использовались

опубликованные комбинации диагностических видов. Для определения и описания синтаксонов были использованы диагностические виды, которые включают комбинацию характерных, дифференциальных и константных видов [12]. Описание относилось к синтаксону если содержало не меньше трех диагностических видов. Номенклатура синтаксонов приведена в соответствии с правилами «Международного кодекса фитосоциологической номенклатуры» [13].

Кластерный анализ синтаксонов проведен по методу Уорда, на основе синопритической таблицы встречаемости видов. Для уточнения результатов классификации и определения ведущих экологических факторов была проведена DCA-ординация в пакете DECORANA [15]. Для прямой ординации использовались климатические данные WorldClim2 [16]. Названия видов соответствуют списку сосудистых растений бывшего СССР [17].

Результаты и обсуждение. На основе классификации сообществ и анализа литературных данных было выявлено, что для Хакасии указано 7 ассоциаций петрофитных степей, относящихся к двум классам степной растительности: 6 ассоциаций отнесены к классу *Cleistogenetea squarrosae* Mirkin et al. ex Korotkov 1991, объединяющему восточносибирские и центральноазиатские степи, и 1 – к классу *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soo 1947, включающего степи европейско-сибирского типа. Также при классификации выделено 3 сообщества без синтаксономического статуса, два из которых описаны в работе А.Ю. Королюка (2023).

Продромус

Класс *Festuco-Brometea* Br.-Bl. Et Tx. Ex Soó 1947
Порядок S*tipetalia sibiricae* Arbuzova et Zhitlukhina ex Korolyuk et Makunina 2001
Союз *Veronico incanae-Helictotrichion desertori* Korolyuk 2010
Подсоюз *Youngio tenuifoliae-Helictotrichenion desertori* Korolyuk et Makunina 2006
Ассоциация *Youngio tenuifoliae-Helictotrichetum desertori* Makunina 2006
Класс *Cleistogenetea squarrosae* Mirkin et al,1992
Порядок *Stipetalia krylovii* Kononov et al. 1985
Союз *Thymion gobici* Mirkin et al. ex Hilbig 2000
Сообщество *Eritrichium jenisseense-Agropyron cristatum* Korolyuk 2023
Порядок *Festucetalia lenensis* Mirkin in Gogoleva et al. 1987
Союз *Eritrichio pectinati-Selaginellion sanguinolentae* Ermakov, Chytry et Valachovič 2006
Подсоюз *Kitagawio baicalensis-Caricenion pediformis* Korolyuk et Makunina in Makunina 2006
Сообщество *Iris ruthenica-Potentilla sericea*
Ассоциация *Youngio tenuifoliae-Agropyretum cristati* Makunina 2006
Ассоциация *Galio coriacei-Selaginelletum sanguinolentae* Ermakov et al. 2006
Подсоюз *Kobresio filifoliae-Caricenion pediformis* Larionov et al. 2015
Сообщество *Pulsatilla ambigua-Arctogeron gramineum* Korolyuk 2023
Ассоциация *Androsaco dasyphyllae-Caricetum pediformis* Korolyuk et Makunina 1998
Ассоциация *Androsaco dasyphyllae-Helictotrichetum desertori* Larionov et al. 2015
Ассоциация *Dryado oxyodontae-Festucetum valesiacae* Larionov et al. 2015.

В данной классификации предлагается более подробное разделение петрофитных степей на ассоциации, чем в последних работах, положение некоторых сообществ скорректировано в соответствии с последними публикациями [6, 7]. Кластерный анализ всего блока описаний *(рисунок 2А)* в целом подтверждает данную систему.

Несмотря на наличие сообществ, включающих отдельные диагностические виды различных ассоциаций, видно разделение массива на 2 ветви: в 1-ой преобладают петрофитные степи без криофитов, включающие преимущественно сухолюбивые сообщества *Youngio-Agropyretum* и *Eritrichium-Agropyron* (ветвь 3) и луговые петрофитные степи *Iris-Potentilla* и *Androsaco-Helictotrichetum* (ветвь 4).

Ветвь 2 представлена степями предгорий Кузнецкого Алатау, в которых в большом количестве отмечаются ледниковые реликты: преобладают ассоциации *Androsaco-Caricetum*, *Androsaco-Helictotrichetum* и *Dryado-Festucetum* (ветвь 5).

Как было ранее отмечено [6, 7] кластерный анализ конкретных описаний часто показывает смешанные группы из-за высокого сходства петрофитных сообществ по видовому составу, из-за чего полностью разделить их только на его основе не представляется возможным.

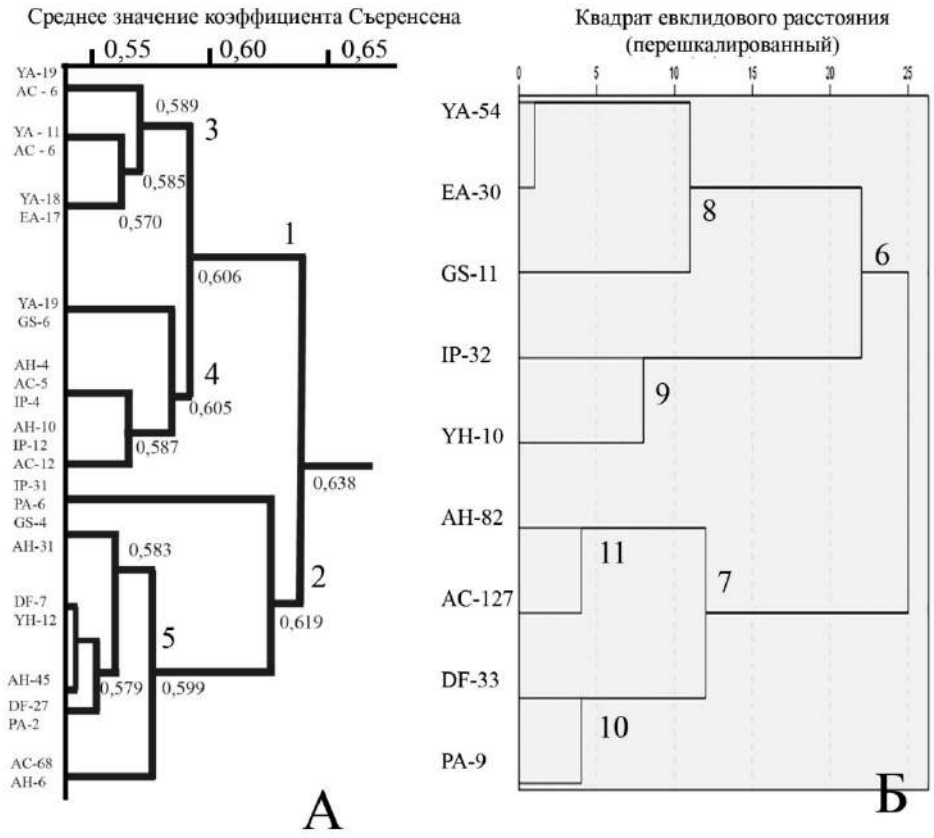


Рисунок 2. Результаты кластерного анализа.

А – анализ ценофлор (модифицированный алгоритм TWINSPAN, мера рассеяния – среднее коэффициента Съеренсена). Б – анализ сходства синтаксисов методом Уорда. Данные приведены в виде Х-№, где Х – сокращённое обозначение сообщества, № – количество ценофлор.1-11 – ветви дендрограмм.

Сообщества: YH – асс. *Youngio-Helictotrichetum*, EA – сооб. *Eritrichium-Agropyron,* IR – сооб. *Iris-Potentilla*, YA – асс. *Youngio-Agropyretum,* GS – асс. *Galio-Selaginelletum*, AC – асс. *Androsaco-Caricetum*, PA – сооб. *Pulsatilla-Arctogeron*, AH – *Androsaco-Helictotrichetum*, DF – асс. *Dryado-Festucetum*.

Кластерный анализ синтаксонов, рассчитанный по встречаемости видов в сообществах *(рисунок 2Б),* показывает сходную картину. Ветвь 6 объединяет сообщества петрофитных низкогорных степей подсоюза *Youngio-Helictotrichenion*. В ветвь 8 сгруппированы ассоциации сухих петрофитных степей *Youngio-Agropyretum, Galio-Selaginelletum* и сообщество *Eritrichium-Agropyron*. Ветвь 9 объединяет луговые петрофитные степи центральноазиатского типа – сообщество *Iris-Potentilla* и ассоциацию евросибирского типа – *Youngio-Helictotrichetum*.

Ветвь 7 представляет подсоюз петрофитных степей с криофитами *Kobresio-Caricenion.* Ветвь 11 объединяет 2 ассоциации петрофитных степей нижних частей склонов и центральной части котловин: умеренно сухих *Androsaco-Caricetum* и умеренно влажных *Androsaco-Helictotrichetum* местообитаний. Ветвь 12 объединяет луговые петрофитные степи сообщество *Pulsatilla-Arctogeron* и тундростепи *Dryado-Festucetum*.

В последней работе по синтаксономии степей Хакасии А.Ю. Королюком (2023) было предложено рассматривать ассоциацию *Youngio-Agropyretum* как синоним *Androsaco-Caricetum.* В данном исследовании эти ассоциации разделяются, так как диагностические виды союза *Eritrichio-Selaginellion* не рассматриваются как диагностические для ассоциации *Androsaco-Caricetum*, а *Youngio-Agropyretum* понимается в объеме оригинальной публикации Н.И. Макуниной (2008) без характерных криофитных видов подсоюза *Kobresio-Caricenion* (*Kobresia filifolia, Minuartia verna, Androsace dasyphylla, Festuca sibirica*).

Ассоциация *Youngio-Helictotrichetum* тоже не рассматривается в качестве синонима *Androsaco-Helictotrichetum*, так как она является единственным петрофитным сообществом класса *Festuco-Brometea* на территории Хакасии и отличается соответствующими

диагностическими видами (*Phleum phleoides, Artemisia glauca, Polygala comosa, Phlomoides tuberosa, Stipa pennata* и др.).

Для определения экологических особенностей сообществ петрофитных степей была проведена DCA-ординация *(рисунок 3)*.

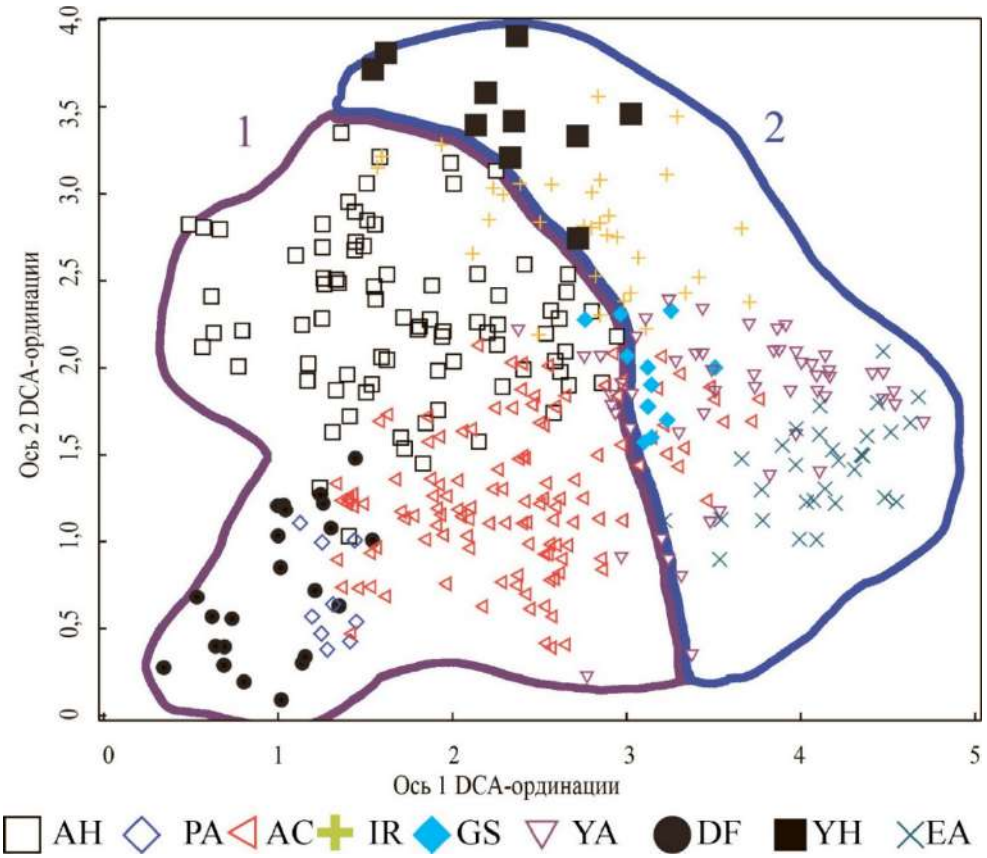


Рисунок 3. Результаты ординации 388 ценофлор. Оси-1,2 DCA-ординации.
Сообщества: YH – асс. *Youngio-Helictotrichetum*, EA – сооб. *Eritrichium-Agropyron,* IR – сооб. *Iris-Potentilla*, YA – асс. *Youngio-Agropyretum,* GS – асс. *Galio-Selaginelletum*, AC – асс. *Androsaco-Caricetum*, PA – сооб. *Pulsatilla-Arctogeron*, AH – *Androsaco-Helictotrichetum*, DF – асс. *Dryado-Festucetum*.

Результаты ординации показывают сходное распределение с кластерным анализом. Ценофлоры сообществ можно разделить на 2 группы: 1 – подсоюз *Kobresio-Caricenion*, 2 – подсоюз *Youngio-Helictotrichenion*. По первой оси ординации сообщества распределяются вдоль градиента увлажнения-температуры. Причем значения оси прямо пропорциональны средней температуре июля и обратно пропорциональны температуре января и годовому количеству осадков. В крайнем левом положении находятся горные тундростепи *Dryado-Festucetum* (0,0-1,5) и луговые степи с криофитами *Androsaco-Helictotrichetum* (0,5-3). Центральное положение занимают мелкодерновинные степи с криофитами *Androsaco-Caricetum* (1,5-3,8), селягинелловые степи *Galio-Selaginelletum* (2,8-3,6), луговые разнотравные петрофитные степи *Iris-Potentilla* (2,1-3,7) и луговые петрофитные степи *Youngio-Helictotrichetum* (1,5-3,5). Крайнее правое положения занимают сухие петрофитные степи: ассоциация *Youngio-Agropyretum* (3,0-4,9) и сообщество *Eritrichium-Agropyron* (3,2-4,8), объединяющее восточноковыльные степи.

Вторая ось ординации прямо коррелирует с абсолютной высотой и проективным покрытием дресвы и материнской породы. В нижнем положении находятся сообщества восточных отрогов Кузнецкого Алатау, произрастающие на больших для степей высотах, *Dryado-Festucetum* (0,0-1,5) и *Pulsatilla-Arctogeron* (0,5-1,5), которые характеризуются максимальным покрытием дресвы, слаборазвитым почвенным покровом. Центральную часть оси (1,0-2,5) занимают петрофитные степи центральных частей котловины, южных сильно петрофитных склонов: *Eritrichio-Selaginellion*, *Androsaco-Caricetum, Youngio-Agropyretum* и *Eritrichium-Agropyron*. Верхнее положение занимают сообщества с наиболее развитым

почвенным покровом и низким проективным покрытием дресвы (2,5-4,0): *Iris-Potentilla*, *Youngio-Helictotrichetum* и *Androsaco-Helictotrichetum*.

Для определения экологических особенностей проведена прямая ординация сообществ по среднегодовой температуре воздуха и годовому количеству осадков *(рисунок 4)*.

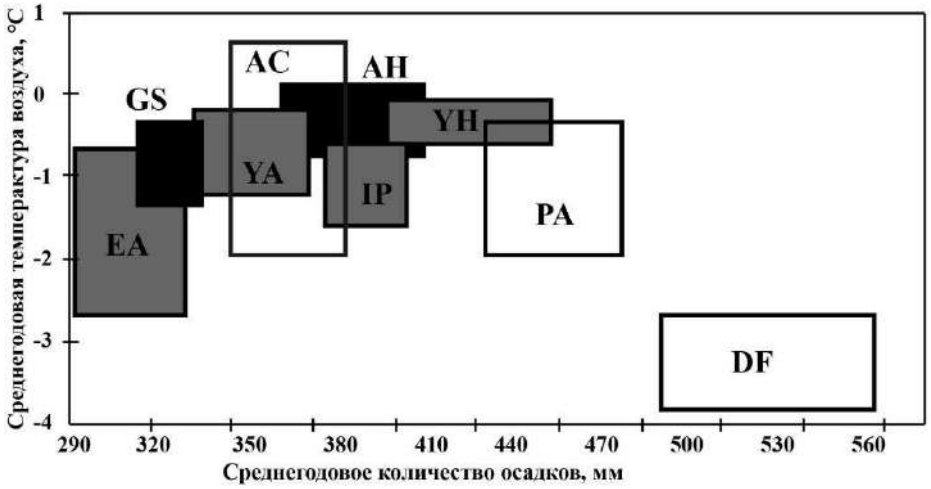


Рисунок 4. Ординация петрофитных синтаксонов (Боксы рассчитаны по 1 и 3 квартилям, данные модели WorldClime2).

Сообщества: YH – acc. *Youngio-Helictotrichetum*, EA – сооб. *Eritrichium-Agropyron,* IR – сооб. *Iris-Potentilla*, YA – acc. *Youngio-Agropyretum,* GS – acc. *Galio-Selaginelletum*, AC – acc. *Androsaco-Caricetum*, PA – сооб. *Pulsatilla-Arctogeron*, AH – *Androsaco-Helictotrichetum*, DF – acc. *Dryado-Festucetum*.

Получившееся распределение показывает частичное наложение условий произрастания сообществ, но при этом они распределяются в соответствии с особенностями их видового состава. Ряд петрофитных степей в более низкогорной и жаркой южной и восточной части котловин начинают наиболее сухие сообщества восточноковыльных и пырейных степей *Eritrichium-Agropyron*. Они ранее были отнесены к ассоциации *Elytrigio geniculatae-Stipetum orientalis* Makunina 2009 [6], но после пересмотра диагностических видов союза *Stipion orientalis* Korolyuk et Makunina 2009 сообщество было отделено от ассоциации, но не получило собственного статуса [7]. Эти степи характеризуются минимальным для степей Хакасии количеством осадков (292-336 мм) и одними из самых высоких средних температур июля (17,6-18,8ºС). Засушливые условия произрастания диагностируются комплексом видов сухих степей: *Artemisia scoparia, Convolvulus ammanii, Kochia prostrata, Krascheninnikovia ceratoides*.

Следующими в ряду расположены селягинелловые степи *Galio-Selaginelletum*. Это сухие петрофитные сообщества характерные для Тывы, в Минусинской котловине проходит северная граница их ареала. Отмечаются они крайне редко, на данный момент описаны только с территории горного массива Оглахты, где занимают каменные выходы верхней части берега Енисея. Формируются в достаточно сухих (316-341 мм) и теплых (18,4-18,9ºС) условиях.

В центре схемы расположены сухие петрофитные степи котловины южных склонов *Youngio-Agropyretum*. Они предпочитают умеренно сухие (342-389 мм) и жаркие летом (18,8-18,9°С) и холодные зимой (−20,3-−19,2°С) условия. От ассоциации *Androsaco-Caricetum* отличается практически полным отсутствием группы степных видов, связанных по происхождению с высокогорьями (*Kobresia filifolia, Minuartia verna, Androsace dasyphylla, Festuca sibirica* и др.). При этом часто эти сообщества контактируют, в этом случае ассоциация занимает менее петрофитные участки с более выраженным почвенным покровом.

Правее расположено сообщество *Iris-Potentilla*, представляющее собой влаголюбивые варианты петрофитных степей. Формируется по северным склонам холмов и увалов юго-восточной части Минусинской котловины, реже встречается в Батеневском кряже. Предпочитает более влажные (382-419 мм) и теплые (16,7-17,9°С и −19,8-−18,6°С) условия. Ранее данное сообщество описывалось в составе ассоциации *Pulsatillo turczaninovii-Caricetum pediformis Makunina*, Maltseva et Parshutina 2007 [6], но по сравнению с ним имеет гораздо более выраженный блок петрофитов (*Thymus serpyllum, Youngia tenuifolia, Potentilla sericea, Orostachys*

spinosa, Alyssum obovatum и др.), которых нет в оригинальных описаниях. Тем не менее, аналогичные *Pulsatillo-Caricetum* сообщества в Хакасии есть, но их более правильно рассматривать как слабо петрофитные варианты луговых крупнодерновинных степей.

Правое положение занимает сообщество ряда *Youngio-Helictotrichetum*, которое соответствует наиболее влажным условиям среди низкогорных степей (382-465 мм). Представляет собой петрофитные степи евросибирского типа. Отмечается в основном в предгорьях Западного Саяна, реже на Батеневском кряже. Из-за того, что в таких же условиях произрастают лиственничные леса и луговые степи *Androsaco-Helictotrichetum*, ассоциация встречается крайне редко и значительной роли в растительном покрове Минусинской котловины не играет. Из-за сходства условий произрастания и флористического состава А.Ю.Королюк предлагает рассматривать ее как синоним *Androsaco-Helictotrichetum* [7]. Тем не менее, она представляет интерес как единственная петрофитная ассоциация класса *Festuco-Brometea*, но для точного понимания ее роли нужны дополнительные данные.

Второй ряд – петрофитные степи высокогорий и дождевой тени центральной части котловины, характеризуются более морозными зимами и менее развитым почвенным покровом. При этом они формируют свой ряд по увлажнению. Первыми в нем выступают мелкодерновинные петрофитные степи с криофитами *Androsaco-Caricetum*, они представляют собой фоновый тип петрофитной растительности хакасских степей. Формируются в умеренно сухих условиях (344-395 мм) с морозной и малоснежной зимой (−21,6-−18,3°С) и жарким летом (18,2-18,6°С). Занимают преимущественно сильно петрофитные, промерзающие участки почвы в средних и верхних частях склонов или в центральной части котловины. В более влажных (375-446 мм) и теплых (−18,9-−17,8°С) предгорьях Кузнецкого Алатау они замещаются на мелкодерновинные луговые петрофитные степи с криофитами *Androsaco-Helictotrichetum*, для которых характерно преобладание в травостое луговостепных видов *Iris ruthenica, Artemisia tanacetifolia, Scorzonera radiata, Bupleurum multinerve* и др. Сообщество сходно экологически и флористически с *Iris-Potentilla,* но отличается характерной группой степных криофитов (*Kobresia filifolia, Minuartia verna, Androsace dasyphylla* и др.).

Крайнее правое положение в ряду занимают высокогорные криофитные степи, представленные двумя сообществами: *Dryado-Festucetum*, *Pulsatilla-Arctogeron*. О сообществе *Pulsatilla-Arctogeron* информации мало. На данный момент всего 9 описаний [7], согласно которым можно предположить, что оно занимает промежуточное положение между *Androsaco-Caricetum* и *Dryado-Festucetum*. Формируется в восточных предгорьях Кузнецкого Алатау на хребтах с высотами до 800 м, в отрыве от высокогорной флоры, чем отличается от дриадовых степей. Условия влажные (445-481 мм) и холодные (−21,6-−18,5°С). Диагностический блок степных видов хоть и обеднен, но развит лучше, чем у *Dryado-Festucetum.* Характерны: *Pulsatilla ambigua, Arctogeron gramineum, Gypsophila patrinii, Kobresia filifolia, Stipa orientalis*. Сообщество представляет интерес как переходное к высокогорным, но для определения его роли в растительном покрове необходимы дополнительные данные.

Крайнее правое положение на схеме занимают дриадовые степи *Dryado-Festucetum*, отмечающиеся в восточных предгорьях Кузнецкого Алатау. Эти сообщества отмечаются с высоты в 900 м и произрастают в наиболее холодных (−22,6-−21,3°С) и влажных (512-589 мм) условиях. Сообщество характеризуется сильно обедненным блоком степных видов, среди которых преимущественно встречаются: *Carex pediformis, Aster alpinus, Stevenia cheiranthoides, Festuca valesiaca*. Типичны высокогорные виды: *Dryas oxyodonta, Saussurea schanginiana, Oxytropis bracteata*, которые являются диагностическими для сообщества.

Заключение. В результате проведенного анализа особенностей экологии и разнообразия петрофитных степей они были разделены на два экологических ряда. Первый соответствует петрофитным степям более холодных условий, генетически связанных с высокогорной растительностью, вследствие чего содержащих в своем составе виды, являющиеся ледниковыми реликтами. Второй представлен петрофитными сообществами, произрастающими на меньших высотах с более развитыми почвенными участками и меньшими перепадами температур. Эти ряды соответствуют опубликованным подсоюзам петрофитных степей Хакасии [4, 6]. Каждый из них имеет в своем составе ряд ассоциаций, расположенных на климатическом градиенте увлажнения. Учитывая приведенную Королюком А.Ю. систему степей Хакасии [7], считаем, что для петрофитных степей Минусинской котловины необходимо учитывать историческую специфику развития растительности под действием горного оледенения и более детально разделять сообщества петрофитных степей, несмотря на имеющиеся переходы между ними. В

соответствии с проведенным анализом предлагается следующая экологическая структура петрофитных степей левобережной части Минусинской котловины *(таблица 1)*.

Таблица 1

Экологическая структура петрофитной степной растительности Левобережья Минусинской котловины (факторы приведены в соответствии с 1 и 3 квартилями)

Осадки, мм	290-330	330-390	360-460	440-550	Температура, °C	
					Январь	Июль
Петрофитные степи предгорий Кузнецкого Алатау и центральной части котловины, связанные происхождением с высокогорной флорой	-	AC	AH	-	−21,3-−17,8	17,3-18,6
	-			PF+DF	−22,8-−19,2	16,5-18,4
Петрофитные степи восточных и южных части Минусинской котловины	*EA+GS*	-			−21,8-−19,1	17,2-18,8
	-	YA	YH+IR	-	−20,3-−18,4	16,7-18,3

Исследование поддержано грантом Российского научного фонда No. 22-17-20012, https://rscf.ru/project/22-17-20012/ с равной финансовой поддержкой Правительства Республики Хакасия.

Список литературы

1. Ревердатто В.В. Ледниковые реликты во флоре Хакасских // Труды Томск. ун-та. 1934. Т. 86. С. 1-8.

2. Куминова А.В., Зверева Г.А., Ламанова Т.Г. Степи // Растительный покров Хакасии. Новосибирск, 1976. С. 95-149.

3. Королюк А.Ю., Макунина Н.И. Низкотравные каменистые степи Северо-Минусинской котловины: ассоциация Androsaco dasyphyllae-Caricetum pediformis ass. nov. // Ботанический журнал. 1998. № 83 (7). С. 119-127.

4. Макунина Н. И. Степи Минусинских котловин // Turczaninowia. 2006. Т. 9. Вып. 4. С.112-144.

5. Ermakov N., Larionov A., Polyakova M., Pestunov I., Didukh Ya. Diversity and spatial structure of cryophytic steppe of the Minusinskaya basin in Southern Siberia (Russia) // Tuexenia. 2014. Vol. 34. P. 431-446.

6. Ларионов А.В., Ермаков Н.Б., Полякова М.А., Анкипович Е.С. Степная растительность Хакасии: разнообразие и экология. Абакан: Изд. ФГБОУ ВПО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова», 2015. 196 с.

7. Королюк А.Ю. Степи Назаровской-минусинской межгорной впадины: синтаксономическая ревизия // Растительный мир Азиатской России. 2022. № 3. С. 171-190.

8. Мистрюков А.А. Геоморфологическое районирование Назарово-Минусинской межгорной впадины. Новосибирск: ОИГГМ, 1991. 130 с.

9. Биомы России. М. 1:7 500 000. 2018. Москва.

10. Hennekens S.M. TURBO(VEG). Software package for input, processing, and presentation of phytosociological data. User's guide. Lancaster: IBN-DLO. University of Lancaster, 1996. 59 p.

11. Tichý L. JUICE, software for vegetation classification // Journ. of Veg. Sci. 2002. V. 13. P. 453.

12. Westhoff V., van der Maarel E. The Braun-Blanquet approach // Handb. Veg. Sci. 1973. Vol. 5. P. 617-726.

13. Theurillat J.-P., Wllner W., Fernández-González F., Bültmann H., Čarni A., Gigante D., Mucina L., Weber H. International code of phytosociological nomenclature. 4rd ed. // Applied Vegetation Science. 2020. 24 (2). P. 1-62.

14. Hill M.O. DECORANA and TWINSPAN, for ordination and classification of multivariate species data: a new edition, together with supporting programs, in FORTRAN 77. Huntington: Inst. Terrestr. Ecol., 1979. 58 p.

15. Fick S.E., Hijmans R.J. Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas // In- ternational Journ. of Climatology. 2017. Vol. 37. P. 4302-4315.

16. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

УДК 502.62:502.743:504.742:598
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-706-713

ФАУНИСТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И РЕДКИЕ ВИДЫ ПТИЦ СТЕПНЫХ И ЛЕСОСТЕПНЫХ УЧАСТКОВ ЗАПОВЕДНИКА «ПРИВОЛЖСКАЯ ЛЕСОСТЕПЬ»

FAUNISTIC DIVERSITY AND RARE SPECIES OF BIRDS OF STEPPE AND FOREST–STEPPE AREAS OF THE RESERVE "PRIVOLZHSKAYA LESOSTEP"

Лебяжинская И.П.
Lebyazhinskaya I.P.

Государственный природный заповедник «Приволжская лесостепь», Пенза, Россия
State Natural Reserve "PrivolzhskayaLesostep", Penza, Russia

E-mail: ileb_zapoved@mail.ru

Аннотация. В статье приводятся данные по видовому разнообразию и редким видам авифауны природного заповедника «Приволжская лесостепь». В фауне заповедника насчитывается 166 видов птиц. Это составляет около 55% видового богатства авифауны Пензенской области. По характеру пребывания преобладают перелетно-гнездящиеся – 106 видов и оседлые – 26 видов. За период исследований с 1995 года выявлено 27 видов птиц, внесенных в Красную книгу Пензенской области и Приложение (2018 г.) и 9 видов – в Красную Книгу РФ (2021 г.). Приведены данные о встречаемости, характере пребывания и современном состоянии популяций редких охраняемых видов птиц на степных и лесостепных участках заповедника. Рассмотрены основные тренды в 30-летней динамике редких видов птиц на обследованных участках заповедника, на основании которых выделены 5 категорий редких видов птицстепных и лесостепных участков заповедника.

Ключевые слова: заповедник «Приволжская лесостепь», птицы, видовое разнообразие, редкие виды, Красная книга.

Abstract. The article presents data on the species diversity and rare bird species of the avifauna of the Nature Reserve «Privolzhskaya Lesostep». There are 166 bird species in the fauna of the reserve. This is about 55% species richness of the avifauna of Penza region. 27 species of birds are included in the Red Book of Penza region (2018), of which 9 – in the Red Book of Russia (2021). Given the characteristic of current state of populations of rare and protected bird species of the Red Book of Penza region on the steppe and forest-steppe areas of the Reserve «Privolzhskaya Lesostep» and around territories. The main trends in the 30-year dynamics of rare species of birds in the examined areas of the reserve are considered, on the basis of which five categories of rare species of birds of steppe and forest -steppe sections of the reserve are identified.

Key words: Reserve «Privolzhskaya Lesostep», birds, species diversity, rare species, Red Book.

Введение. Заповедник «Приволжская лесостепь» организован в Пензенской области в 1989 г. с целью охраны уникальных водораздельных участков северных степей и типичных лесных комплексов Приволжской возвышенности. Территория заповедника состоит из пяти участков общей площадью 8,4 тыс. га (0,2% от площади Пензенской области), расположенных в шести районах. Три участка лежат в бассейне р. Волги: «Верховья Суры», «Борок» и Кунчеровская лесостепь (КЛС), а два – в бассейне р. Дон: «Островцовская лесостепь» (ОЛС) и «Попереченская степь» (ПС). «Верховья Суры» и Борок – лесные участки заповедника [1].

Попереченская степь (252 га). Рельеф – овражно-балочный с плоскими и широкими водоразделами, для которых характерны полузамкнутые западины. По днищам балок уровень почвенно-грунтовых вод подходит близко к поверхности, вызывая заболачивание. Из растительности здесь представлены луговые степи (23% от площади участка), в том числе с кустарниковым элементом, остепненные луга также с участием кустарникового элемента (54%) и кустарниковые степи и луга (10%). На склонах балок господствуют степные кустарники (8%). По днищу балок развиты болотистые луга и болота (4,5%) [2]. В юго-восточной части участка имеется осиновый колок, а по границам участка встречаются отдельные деревья березы и яблони *(рисунок 1а)*.

Островцовская лесостепь (404,7 га). Степная растительность представлена луговыми степями, дерновинно-злаковыми степями крутых склонов балок южной и западной экспозиций, разнотравно-луговыми степями водоразделов, остепненными лугами и кустарниковыми степями [3]. Древесно-кустарниковая растительность представляет собой сложный лесоопушечный комплекс. Лесные и кустарниковые сообщества встречаются на всех элементах рельефа: на

водоразделах, склонах речных долин и балок, в поймах [4]. Нередко эти вполне самостоятельные фитоценозы образуют самые различные сочетания *(рисунок 1б)*.



Рисунок 1. Участки «Попереченская степь» (а) и «Островцовская лесостепь» (б) заповедника «Приволжская лесостепь» (фото Т.В. Добролюбовой).

Значительное количество разнообразных растительных сообществ в сочетании с хорошо выраженным рельефом в виде балок, ручьев обусловило значительное видовое разнообразие и обилие птиц.

Кунчеровская лесостепь (1031 га). Участок расположен в пределах Приволжской возвышенности на южных отрогах Сурской Шишки и водораздельного плато Кададино-Узинского междуречья бассейна р. Суры. Вся поверхность участка расчленена эрозионной сетью и хорошо дренируется верховьями двух балок. Площадь собственно степного участка 336 га, из них целинной степи принадлежат только 190 га. [5]. Водораздельная степь представляет собой разнотравно-злаковую луговую степь, на склонах распространены ксерофильные варианты псаммофильной степи, остепненные луга не имеют широкого распространения, кустарники, хоть и присутствуют в составе степных сообществ, но в целом не превышают 5% [5]. Леса представлены дубравами порослевого происхождения в виде низкополнотных разреженных насаждений *(рисунок 2)*. Все типы леса характеризуются максимальной долей участия осины в составе, в свежих суборях осина является доминирующим видом. В сухих суборях сосна сохранилась в качестве содоминанта [6]. В целом леса участка на протяжении длительного времени до организации заповедника подвергались сильному антропогенному прессингу (вырубки, посадки культур сосны, выпас под пологом леса). Пожар 2010 года привел к еще большей трансформации и разрушению структуры лесов: часть лесного массива, особенно средневозрастные культуры сосны, почти полностью были уничтожены пожаром. В тех кварталах, которые не были непосредственно затронуты пожаром, леса также претерпевают значительные изменения, идет интенсивный вывал старовозрастных осинников. В центре кварталов образуются завалы, на месте выгоревших культур сосны наблюдается залужение.



Рисунок 2. Участок «Кунчеровская лесостепь» заповедника «Приволжская лесостепь», степь и опушка дубравы (фото И.П. Лебяжинской).

В настоящее время повсеместно в Пензенской области идет интенсивное восстановление сельскогохозяйства, в частности, раскорчевка и распашка земель, непосредственно прилегающих к границам заповедных участков и оставленных под залежи в начале 1990-х. Эти процессы начались вокруг Островцовской лесостепи и Попереченской степи уже в 2010-х годах, а вокруг Кунчеровской лесостепи – с 2017 г.

Материалы и методы. Инвентаризация авифауны и регулярные исследования птиц начаты в 1995 году на всех участках заповедника, охранных зонах и сопредельных территориях. Материал собирался в процессе маршрутных учетов птиц, при обследовании территорий во время пеших маршрутов и на автотранспорте. При встрече животного проводилась фото и GPS-фиксация. С 2015 года для наблюдений используются также фото-ловушки на двух участках заповедника (ОЛС, КЛС).

Результаты исследований. Многолетние наблюдения позволили выявить обитание на территории заповедника и его охранных зон 166 видов птиц. По характеру пребывания преобладают перелетно-гнездящиеся – 106 видов, оседлых – 26 видов, зимующих – 8 видов, пролетныхи залетных – 9, встречающихся не ежегодно –17 видов *(таблица 1)*.

Учитывая, что фауна птиц Пензенской области включает 301 вид [7], авифауна заповедника в настоящий момент составляет около 55% фауны птиц области. Так как площадь заповедника составляет 0,2% от площади области, можно считать, что заповедник играет значительную роль в сохранении биоразнообразия области. Из них 79 видов принадлежит к 13 отрядам неворобьиных птиц и 87 видов к отряду Воробьинобразные. Наиболее полно в заповеднике представлены виды отрядов Курообразные, Голубеобразные, Ракшеобразные и Дятлообразные (100% от фауны области) [8]. В виду отсутствия в заповеднике крупных водоемов, наименее представлена группа птиц, вся или большая часть жизни которых связана с крупными реками, озерами и открытыми водными пространствами.

Таблица 1

Фаунистическое разнообразие и характер пребывания птиц степных и лесостепных участков заповедника «Приволжская лесостепь»

Характер пребывания видов	Запове дник	Кунчеровская лесостепь		Островцовская лесостепь		Попереченская степь	
Виды по характеру пребывания на участках	Кол-во видов	Кол-во видов	% от заповед-ника	Кол-во видов	% от заповед-ника	Кол-во видов	% от заповед-ника
Гнездящиеся виды	106	75	71%	60	57%	32	30%
Зимующие виды	8	7	88%	6	75%	4	50%
Залетные и летующие виды	17	13	76%	11	65%	6	35%
Оседлые виды	26	22	85%	12	46%	7	27%
Пролетные виды	9	9	100%	8	89%	14	64%
Общий итог	166	126	76%	97	58%	63	38%

Наибольшим общим видовым разнообразием птиц, а также разнообразием гнездящихся видов, отличается Кунчеровская лесостепь, что и не удивительно, учитывая большую площадь участка и большее разнообразие местообитаний, особенно лесных. В то же время, видовое разнообразие гнездящегося населения птиц собственно территории степи на Кунчеровской лесостепи составляет всего 15 видов, что более чем в два раза меньше, чем на Попереченской степи и в 4 раза меньше, чем на Островцовской лесостепи. Нужно также учесть, что площадь степи на Кунчеровской участке больше Попереченской степи и не на много меньше, чем площадь Островцов. Сказываются достаточно выровненные и бедные местообитания Кунчеровской степи.

Целый ряд видов животных, являющихся редкими как для региона, так и для России в целом, обитают в заповеднике и его охранной зоне. Девять видов птиц, отмеченных в заповеднике, занесены в Красную книгу Российской Федерации [9], причем 4 из них в отдельные годы гнездятся на территории заповедника или его охранной зоны (степной лунь, дрофа, обыкновенная горлица, кобчик). Из 79 видов птиц, внесенных в Красную книгу Пензенской

области [10] на территории заповедника зарегистрированы 22 вида, из них гнездится 15 видов, в Приложение – 5 видов (1 гнездится) *(таблица 2)*.

Таблица 2

Встречаемость и характер пребывания редких видов птиц на степных и лесостепных участках заповедника «Приволжская лесостепь»

Редкие виды	Категория редкости		КЛС	ОЛС	ПС	Источник**
	КК РФ[9]	КК ПО [10]				
Лебедь-шипун – *Cygnus olor* (Gmelin, 1789)		6	Пр., об.	Пр., об	Пр., об	11
Огарь – *Tadorna ferrginea* (Pallas, 1764)		3	Гн, 1-2 пары			11
Обыкновенный осоед – *Pernis apivorus* (Linnaeus, 1758)		3	Гн., 2-4 пары	Гн., 1 пара		12
Полевой лунь – *Circus cyaneus* (Linnaeus, 1766)		3	Зл., коч.			12
Степной лунь – *Circus macrourus* (S.G. Gmelin, 1770)	3	3		Гн., 1 пара, 1999		12
Змееяд – *Circaetus gallicus* (Gmelin, 1788)	3	1	Зл., 28.06.2015			13
Орел-карлик – *Hieraaetus pennatus* (Gmelin, 1788)		3	Гн., 1 пара,ежегодно			13
Беркут – *Aquila chrysaetos* (Linnaeus, 1758)	3	5	Зл.,(10.1996, 21.10.2017)			12, 13
Орлан-белохвост – *Haliaeetus albicilla* (Linnaeus, 1758)	5	1	Зл., ежегодно	Зл, 03.12.23		13
Кобчик – *Falco vespertinus* Linnaeus, 1766	3	1	Гн., 28.08.2015			12, 13
Балобан – *Falco cherrug* Gray, 1834	1	Прило-жение	Зл., 09.10.1996			12
Серый журавль – *Grus grus* Linnaeus, 1758		6	Пр.	Пр.	Пр.	12, 13
Дрофа – *Otis tarda* (Linnaeus, 1758)	2	1		Гн., 03.08.2022	К., 3-5 ос.	14, 12, 13
Стрепет – *Tetrax tetrax* (Linnaeus, 1758)	3	Прило-жение*	Зл., 16.10.2018			13
Кольчатая горлица – *Streptopelia decaocto* (Frivaldszky, 1838)		3	Зл., ежегодно ОЗ	Зл.	Зл.	13
Обыкновенная горлица – *Streptopelia turtur* (Linnaeus, 1758)	2	2	Гн., ежегодно	Гн., ежегодно	Гн., Ед-но	11, 13
Сплюшка – *Otuss cops* (Linnaeus, 1758)		4	Зл., 1 встреча 02.05.2021			12, 13
Серая неясыть – *Strix aluco* (Linnaeus, 1758)		2	Гн., 1 пара	1 встреча		12
Удод – *Upupa epops* Linnaeus, 1758		3	1 встреча 18.07.2015	Зл., ОЗ		13
Зелёный дятел – *Picus viridis* Linnaeus, 1758		3	Гн., ред.			10
Трехпалый дятел – *Picoides tridactylus* (Linnaeus, 1758)		3	Ос., ред.			13
Желтолобая трясогузка – *Motacilla lutea* (S.G. Gmelin, 1774)		3	Гн., ред.		Гн., Ред.	12, 13

Редкие виды	Категория редкости		КЛС	ОЛС	ПС	Источник**
	КК РФ[9]	КК ПО [10]				
Серый сорокопут – *Lanius excubitor* Linnaeus, 1758		3	Гн., 2-4 пары	Гн., 1-2 пары		12, 13
Белобровик – *Turdus iliacus* Linnaeus, 1766		2	Пр.			13
Хохлатый жаворонок – *Galerida cristata* (Linnaeus, 1758)		Прило-жение	К., летние кочевки			13
Черноголовый чекан – *Saxsicola torguata* (Linnaeus, 1766)		Прило-жение	ед. встречи, 06.05.2009			12, 13
Хохлатая синица – *Parus cristatus* Linnaeus, 1758		Прило-жение	Гн., ежегодно			11, 12
Всего редких видов/гнездящихся	9/4	27/16	25/11	11/5	6/2	

Примечание. Участки заповедника: КЛС – Кунчеровская лесостепь; ОЛС – Островцовская лесостепь, ПС – Попереченская степь; Характер пребывания: Ос. – оседлый, Гн. – гнездится, З. – зимует, Пр. – пролетный, Зл. – залетный, К. – кочевки; * – в Пензенской области последняя встреча стрепета отмечена осенью 1965 г. [15]; ** – приводятся литературные источники из списка литературы.

На степных и лесостепных участках представлены все редкие виды птиц, характерные для заповедника в целом, только ряд видов изменили характер пребывания с гнездящихся на пролетных (например, лебедь-шипун, серый журавль). Наибольшее количество редких видов птиц отмечено на Кунчеровской лесостепи (25), из них гнездится 11 видов. Видов, занесенных в Красную книгу РФ – 7, гнездится 2 вида (обыкновенная горлица и кобчик). Орлан-белохвост гнездится в 8 км от Кунчеровской лесостепи на рыбоводных прудах около д. Новый Чирчим, отмечены его залеты на территорию заповедного участка *(рисунок 3, цифра 8)*.

На Островцовской лесостепи редких видов в два раза меньше, чем на Кунчеровской лесостепи. Но только здесь подтверждено гнездование двух видов из Красной книги РФ: степного луня (1999 г.) и дрофы (птенец, 03.07.2022 г.).

В декабре 2023 г. с помощью фото-ловушки отмечен залет на Островцовскую лесостепь орлана-белохвоста. Попереченская лесостепь наиболее бедная не только в отношении видового разнообразия птиц, но и количества редких видов, отмеченных на ее территории (6). Гнездится здесь только два редких вида области, и то нерегулярно: большая горлица (единичные случаи) и желтолобая трясогузка *(рисунок 3, цифра 2)*.

Анализируя 30-летнюю динамику состояния редких видов птиц на территории заповедника, можно выделить несколько категорий видов. Первая категория – это виды настолько редкие, что встречи их практически случайны и единичны за несколько десятков лет (балобан, беркут, черноголовый чекан, стрепет *(рисунок 3, цифра 7)*. К этой же категории можно было бы отнести и виды, которые гнездились на рассматриваемой территории один раз за весь период исследований (степной лунь, полевой лунь). Но вряд ли это было бы правильно, так как эти виды пребывают на участке практически весь гнездовой сезон, обнаружение их уже не является только волею случая. Кроме того, гнездование вида на конкретной территории обуславливается многими факторами и также не является случайным.

Следующая категория – виды, которые ежегодно гнездятся на рассматриваемой территории, но в количестве 1-2 пары. Это виды птиц, низкая численность которых обусловлена не только их редкостью, но и характеристиками территории участков, как-то наличие пригодных местообитаний, наличие кормовых ресурсов и размер территорий: кобчик и орел-карлик, огарь *(рисунок 3, цифры 3-5)*. К этой же группе можно отнести и те виды птиц, которые также гнездятся на обследуемых территориях единичными парами, но не ежегодно: желтолобая трясогузка *(рисунок 3, цифра 2)*. К сожалению, распашка сопредельных с заповедным участком сельскохозяйственных территорий может поставить под угрозу существование этих видов. Особенно губительно может сказаться на существовании редких видов безудержное использование химических препаратов, без которых сейчас не обходится деятельность ни одного

агропромышленного предприятия. Контролировать этот процесс заповедник может только в пределах своей охранной зоны.



Рисунок 3. Редкие виды птиц на территории степных и лесостепных участков заповедника «Приволжская лесостепь» (фото И.П. Лебяжинской).

1 – серый сорокопут (слеток, 23.06.2017, КЛС); 2 – желтолобая трясогузка (18.08.2019, КЛС); 3 – огарь (10.06.2017, КЛС); 4 – орел-карлик (взрослый, 06.05.2018, КЛС); 5 – орел-карлик (молодой около гнезда, 24.08.2019, КЛС); 6 – осоед (17.05.2018, ОЛС); 7 – стрепет (16.10.2018, КЛС); 8 – орлан-белохвост (5.07.2016, Н. Чирчим); 9 – змееяд (28.06.2015, КЛС).

Третья категория – виды, снизившие свою численность в рамках глобального тренда снижения численности: серая неясыть, обыкновенная горлица и обыкновенная пустельга (не включена в КК ПО). Серая неясыть, которую можно было обнаружить на гнездовании еще в 2000-х годах, после пожара 2010 года покинула участок Кунчеровской лесостепи, так как практически все старые дуплистые деревья были уничтожены пожаром. Кроме того на участке для серой неясыти существует жесткая конкуренция с длиннохвостой неясытью, которая здесь гнездится в количестве 2-5 пар. Численность обыкновенной горлицы на Кунчеровской лесостепи снизилась за эти годы с 10-20 пар/км^2 до 1-2 пар/ км^2. На Островцовской лесостепи остались 2-4 гнездящиеся пары, на Попереченской степи горлица за последние 10 лет не встречена. Также снижается численность обыкновенной пустельги. Она перестала гнездиться на Островцовской лесостепи (2-3 пары в конце 90-х гг.) и Попереченской степи (2 пары в конце 90-х гг.). На Кунчеровской лесостепи с конца 90-х годов до 2010 гг. гнездились 3-4 пары, после пожара не каждый год встретишь и одну гнездящуюся пару.

Четвертая категория – виды, численность которых либо выросла с конца 90-х годов, либо тогда они вообще не гнездились, либо расширили территории обитания. К этой группе относятся 5 видов. Появились на Кунчеровской лесостепи за счет расширения ареала кольчатая горлица (кочующий синантропный вид), средний пестрый дятел (гнездится в заповеднике с 2003 г., исключен из 2-го издания КК ПО). После 2010 года на Кунчеровской лесостепи появился трехпалый дятел, ранее отмечавшийся как оседлый вид на участке «Верховья Суры». Изменил характер своего пребывания серый сорокопут, ранее отмечавшийся в заповеднике как кочующий и залетный вид *(рисунок 3, цифра 1).* В 2015 году впервые отмечено гнездование в охранной зоне Кунчеровской лесостепи, в 2016 г. зарегистрировано гнездование на территории самого участка. В настоящее время регулярно гнездится на участках «Островцовская лесостепь» (1-2 пары) и «Кунчеровская лесостепь» (2-4 пары) и их охранных зон, возможно также гнездование на Попереченской степи. Хохлатый жаворонок впервые отмечен на гнездовании в 2015 году в охранной зоне участка «Борок» на окраине с. Старое Шаткино, около заброшенной фермы. С 2017 года также регулярно гнездится в окрестностях с. Деминов овраге. На территории Кунчеровской лесостепи начинает встречаться во время летне-осенних кочевок в после гнездовой сезон.

Пятая категория – виды, обычные на гнездовании на территории степных и лесостепных участков заповедника, причем в отдельные годы можно наблюдать значительные всплески численности. Наиболее наглядным примером этой группы может служить осоед *(рисунок 3, цифра 6).* Первые годы, ввиду отсутствия хорошей оптики, возможны были случаи занижения его численности. В настоящий момент на Кунчеровской лесостепи ежегодно гнездится от 2 до 4 пар осоедов, на Островцовской лесостепи 1-2 пары. Особенно высокую численность мы отмечали в 2014 году, когда на Кунчеровской лесостепи было учтено 6 гнездящихся пар, а на сопредельных с участком зарастающих залежах ориентировочной площадью около 7 тыс. га учтено 8 пар птиц, притом, что залежи не совсем пригодные для гнездования местообитаниядля данного вида.

Заключение. К настоящему времени авифауна заповедника включает 166 видов, что составляет около 55% фауны птиц Пензенской области. По характеру пребывания преобладают перелетно-гнездящиеся – 106 видов, оседлых 26 видов. Наибольшим общим видовым разнообразием птиц, а также разнообразием гнездящихся видов, отличается Кунчеровская лесостепь (76% видового разнообразия заповедника, 71% гнездящихся видов). На Островцовской лесостепи отмечено 97 видов, из которых гнездится 60 видов, на Попереченской степи 63 и 32 вида соответственно.

Девять видов птиц, отмеченных в заповеднике, занесены в Красную книгу Российской Федерации (2021), четыре из них в отдельные годы гнездятся на территории заповедника или его охранной зоны (дрофа, обыкновенная горлица, кобчик). Из 79 видов птиц, внесенных в Красную книгу Пензенской области и Приложение (2018) на территории заповедника зарегистрированы 27 видов, из них гнездится 16 видов. Наибольшее количество редких видов птиц отмечено на Кунчеровской лесостепи (25), из них гнездится 11 видов. Видов, занесенных в Красную книгу РФ – 7, гнездится 2 вида. На Островцовской лесостепи редких видов в два раза меньше, но только здесь подтверждено гнездование двух видов из Красной книги РФ: степного луня и дрофы. Попереченская лесостепь наиболее бедная не только в отношении видового разнообразия птиц, но и количества редких видов, отмеченных на ее территории (6).

Многолетние наблюдения за состоянием популяций редких видов птиц позволили выделить пять категорий в зависимости от динамики численности и характера пребывания видов на степных и лесостепных участках заповедника. Первая категория – видызалетные, очень редкие, встречи с которыми случайны и происходят раз или два за несколько десятков лет (4 вида). Вторая категория – ежегодно гнездящиеся виды с гнездовой численностью 1-2 пары (4 вида). Третья категория – виды, неуклонно снижающие свою численность в рамках глобального или регионального трендов (3 вида). Четвертая категория – виды, численность которых либо выросла с конца 90х годов, либо тогда они вообще не гнездились, либо расширили свои территории обитания (5 видов). Пятая категория – виды, обычные на гнездовании на территории рассматриваемых участков заповедника, причем в отдельные годы можно наблюдать значительные всплески численности (1 вид).

Список литературы

1. Добролюбов А.Н., Лебяжинская И.П., Кудрявцев А.Ю., Горбушина Т.В., Добролюбова Т.В., Осипов В.В. Государственный природный заповедник «Приволжская лесостепь»: физико-географическая характеристика и биологическое разнообразие природных комплексов. Изд. 2 / Труды гос. заповедника «Приволжская лесостепь». Пенза, 2013. Вып. 4. 70 с.

2. Новикова Л.А. Структура растительности Попереченской степи по результатам повторного картирования // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь»: Попереченская степь / Тр. гос. заповедника «Приволжская лесостепь». Пенза, 2013. Вып. 3. С. 63-86.

3. Новикова Л.А. Изменения травяной растительности «Островцовской лесостепи» в условиях заповедности // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь» / Тр. гос. заповедника «Приволжская лесостепь». Пенза: ИП С.Ю. Тугушева, 2012. Вып 2. С. 43-65.

4. Кудрявцев А.Ю. Пространственная структура сообществ лесостепного комплекса Островцовской лесостепи // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь»: Островцовская лесостепь / Тр. гос. заповедника «Приволжская лесостепь». Пенза, 2012. Вып. 2. С. 94-107.

5. Новикова Л.А. Структура растительности Кунчеровской степи заповедника «Приволжская лесостепь» (по итогам повторного картирования) // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь»: «Кунчеровская лесостепь». Флора и растительность / Тр. гос. заповедника «Приволжская лесостепь». Пенза: ИП А.Ю. Соколов, 2016. Вып. 6. С. 81-99.

6. Кудрявцев А.Ю. Особенности структуры и состояния древостоев Кунчеровского участка заповедника «Приволжская лесостепь» // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь»: «Кунчеровская лесостепь». Флора и растительность / Тр. гос. заповедника «Приволжская лесостепь». Пенза, 2016. Вып. 6. С. 166-172.

7. Фролов В.В., Анисимова Г.А., Ермаков О.А. Изменения авифауны Пензенской области за период 1926-2022 гг. // Полевой журнал биолога. 2022. № 4(1). С. 45-79. DOI: 10.52575/2712-9047-2022-4-1-45-79.

8. Лебяжинская И.П. Птицы заповедника «Приволжская лесостепь»: фаунистическое разнообразие, репрезентативность и редкие виды // Экологический вестник Чувашской республики. Материалы Всерос. науч.-практ.конф. «Изучение птиц на территории Волжско-Камского края». Чебоксары, 2007. Вып. 57. С.212-218.

9. Красная книга Российской Федерации. Т. «Животные». 2-ое изд. / ФГБУ «ВНИИ Экология». М., 2021.1128 с.

10. Красная книга Пензенской области. Животные. 2-е изд. Воронеж, 2019. Т. 2. 264 с.

11. Лебяжинская И.П. Аннотированный список птиц заповедника «Приволжская лесостепь» // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь» / Тр.гос. заповедника «Приволжская лесостепь». Пенза,1999. Вып. 1. С. 102-112.

12. Лебяжинская И.П. Редкие виды птиц Европейского центра России на территории заповедника «Приволжская лесостепь» // Редкие виды птиц Нечерноземного центра: материалы III совещания «Редкие виды Нечерноземного центра». Москва, 2010. С. 241-245.

13. Лебяжинская И.П. Сохранение фаунистического разнообразия и редких видов птиц на территории заповедника «Приволжская лесостепь» // Сто лет охраны: уроки заповедания: сб. статей по итогам работы Всерос. науч.конф., посвящ. 100-летнему юбилею Воронежского заповедника (27-29 сент. 2023 г. ФГБУ «Воронежский государственный заповедник»). Воронеж: «Цифровая полиграфия», 2023. С. 184-194.

14. Спрыгин И.И. Некоторые сведения о фауне степи около д. Поперечной // Материалы к описанию степи около д. Поперечной Пензенского уезда и заповедного участка на ней. Работы по изучению Пензенских заповедников. Пенза: Типолитография им. тов. Воровского, 1923. Вып. 1. С. 43-45.

15. Фролов В.В., Анисимова Г.А., Грищенко И.П., Коркина С.А., Плюснина Л.А. Птицы Пензенской области и сопредельных территорий. Неворобьиные. Пенза: Изд-во ПГУ, 2017. Т. 1. 548 с.

УДК 631.5
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-714-719

РОЛЬ ХЬЮ БЕННЕТТА В СОЗДАНИИ НОВОГО НАПРАВЛЕНИЯ В ПОЧВОВЕДЕНИИ – ОХРАНЫ ПОЧВ

HUGH BENNETT'S ROLE IN CREATING A NEW DIRECTION IN SOIL SCIENCE – SOIL CONSERVATION

Левыкин С.В., Грошева О.А., Казачков Г.В., Левыкина Н.П.
Levykin S.V., Grosheva O.A., Kazachkov G.V., Levykina N.P.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: orensteppe@mail.ru

Аннотация. В статье анализируется деятельность американского ученого Хью Беннетта по созданию принципиально нового направления в почвоведении – охраны почв от эрозии. Предложенное Беннеттом решение проблемы катастрофических пыльных бурь, принявших к 30-м годам XX века, особенно в районе Великих равнин, масштаб национальной катастрофы, носило комплексный и системный характер. На государственном уровне была разработана и принята программа, основным направлением которой стало проведение мероприятий, направленных на борьбу с почвенной эрозией и сохранением атмосферных осадков на пахотных, пастбищных и лесных участках. Планирование противоэрозионных мероприятий происходило с использованием природоохранного районирования и учетом почвенно-климатических условий регионов, с применением «бассейнового принципа» и классов качества земель фермерского хозяйства. Важнейшими направлениями реализации программы Беннетта было введение полезащитного севооборота, земледелие по полосам, террасирование склонов, мульчирование стерней, посадка древесно-кустарниковой растительности, применение почвозащитных травянистых растений (использование для повышения плодородия почв, в качестве покровных культур и зеленого удобрения, улучшения пастбищ) и другие мероприятия. Применение всех этих мер способствовало уменьшению потерь органического вещества, сокращению площади эродированных земель и созданию высокодоходного сельскохозяйственного производства.
Ключевые слова: Хью Беннетт, охрана почвенных и водных ресурсов, водная и ветровая эрозия.

Abstract. The article analyzes the activities of the American scientist Hugh Bennett to create a fundamentally new direction in soil science – protecting soils from erosion. Bennett's proposed solution to the problem of catastrophic dust storms, which by the 1930s, especially in the Great Plains region, had reached the scale of a national catastrophe, was complex and systemic in nature. At the state level, a program was developed and adopted, the main focus of which was the implementation of measures aimed at combating soil erosion and preserving atmospheric precipitation in arable, pasture and forest areas. Anti-erosion measures were planned using environmental zoning and taking into account the soil and climatic conditions of the regions, using the "basin principle" and quality classes of farm land. The most important areas of implementation of Bennett's program were the introduction of protective crop rotation, strip farming, terracing slopes, stubble mulching, planting trees and shrubs, the use of soil-protective herbaceous plants (use to increase soil fertility, as cover crops and green manure, improvement of pastures) and others Events. The application of all these measures contributed to reducing the loss of organic matter, reducing the area of eroded land and creating highly profitable agricultural production.
Key words: Hugh Bennett, soil and water conservation, water and wind erosion.

Введение. Хью Хэммонд Беннетт занимает особенное место в ряду первых американских почвоведов – Юджина Вольдемара Хилгарда (1833-1916, основоположника американского почвоведения), Кертиса Флетчера Марбута (1863-1935, директора отдела почвенных исследований Министерства сельского хозяйства США), Милтона Уитни (1860-1927, первого руководителя Почвенного бюро), Джорджа Нельсона Коффи (1875-1967, создателя первой национальной почвенной карты США). Занимаясь изучением почвенного покрова, он выбрал главной целью своей жизни защиту почв от проявлений эрозионных процессов, став основоположником «природоохранного» направления в американском почвоведении, получив впоследствии прозвище «отца охраны почвы».

Опираясь на труды русских почвоведов: основоположника учения о почве – В.В. Докучаева, его оппонентов, учеников и последователей: П.А. Костычева, К.Д. Глинки, П.В. Отоцкого, С.С. Неуструева и др., первый директор Службы охраны почв (SCS) доктор Хью

Хэммонд Беннетт рассматривал почвенный покров как часть сложного взаимосвязанного с другими компонентами природного комплекса, что позволяло разрабатывать, обосновывать, адаптировать и применять комплексные мероприятия по охране почв. Основополагающим при этом являлся «бассейновый принцип» или «принцип водоразделов».

Будучи достаточно дальновидным человеком, Беннетт понимал, что только комплексная защита почв от эрозии позволит фермерам долгие годы поддерживать плодородие почв на высоком уровне, получая при этом высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

Концепция службы охраны почв, возникшая под его руководством, заключалась в том, что сотрудники службы должны были уметь находить пути решения проблем, обладать даром убеждения и создавать планы по преобразованию земельных участков совместно с фермерами – землепользователями, землевладельцами.

Результаты исследования и их обсуждение. Будущий «отец охраны почв» родился 15 апреля 1881 года в многодетной фермерской семье недалеко от Уэйдсборо округа Энсон в Северной Каролине. Получив в июне 1903 года степень бакалавра наук в Университете Северной Каролины, он поступает на работу в качестве геодезиста, а в последствии почвоведа в Бюро почв Министерства сельского хозяйства США в Вашингтоне, округ Колумбия.

К 1905 году изучая почвы в округе Луиза, штат Вирджиния, Беннетт приходит к мысли о том, деградация почв, вызванная эрозией, серьезно влияет на формирование урожаев различных культур. Представленный в 1908 году на конференции губернаторов в Уайтхаусе доклад Томаса К. Чемберлена «О загрязнении окружающей среды» укрепляет его в том, что эрозия почвы является проблемой не отдельных фермерских хозяйств, а влияет на все сельскохозяйственное производство Соединенных Штатов. К этому времени он руководит исследованиями почв не только в США, но и изучает почвы Коста-Рики и Панамы (1909 г.), Аляски (1914 г.) и Кубы (1925-1926 гг.), а также работает в Комиссии по установлению границы между Гватемалой и Гондурасом (1919 г.).

К 30-м годам XX века в Соединенных Штатах практически все пригодные под обработку площади, особенно в районе Великих равнин, были распаханы. Произошла полная смена экосистем – некогда покрытые злаково-луговой растительностью прерии, представляли собой поля, занятые пшеницей, кукурузой, хлопчатником и другими сельскохозяйственными культурами.

В центре Великих равнин (штаты Оклахома, Канзас, Колорадо, Нью-Мексико и Техас) образовался и быстро разрастался «Пыльный котел» («Пыльная чаша», *англ. Dust Bowl*) – район катастрофических пыльных бурь, вызванных сочетанием антропогенных (экстенсивное ведение сельскохозяйственного производства) и природных факторов (засухи). Огромные массы верхнего плодородного слоя почвы сдувались сильными ветрами, не встречающими преград в лишенных естественной растительности и распаханных прериях, и переносились в виде черных облаков на большие расстояния – вплоть до Атлантического океана. К 1940 году около 2,5 миллиона человек в США и Канаде покинули свои дома на Великих равнинах, 500 тысяч человек потеряли жилье, суммарно фермеры теряли до 25 миллионов долларов в день (530 миллионов в современных ценах), многие умерли от голода и пневмоний, вызванных вдыханием пыли.

Академик Прасолов Л.Н. по вопросу этого экологического бедствия писал так: «Печальный опыт земледелия в США наиболее показателен. Наличие колоссальных пространств девственных земель, которые застали первые поселенцы в Америке, и условия капитализма создали в земледелии США традиции, приведшие к потере земельных богатств страны. Колонисты не заботились о защите почв от разрушительного действия водной и ветровой эрозии, а стремились только к получению наибольшего дохода. Участки, истощенные и разрушенные эрозией, забрасывались и земледелие передвигалось на новые плодородные девственные земли [1].

Характеризуя господствующие в то время на почвах США эрозионные процессы, Х. Беннетт [2] отмечает, что разрушение верхнего, наиболее плодородного горизонта почвы эрозией происходит очень быстро, а на восстановление 2,5 см этого горизонта потребуется от 300 до 1000 лет и более. Таким образом, если будет смыт пахотный горизонт мощностью 18 см, то тем самым будет сведен на нет результат работы естественных сил природы за период по меньшей мере в 2-7 тыс. лет. По предварительным данным, к почвам, разрушенным эрозией, отнесено 20 млн га пашни, что составляет площадь, примерно равную площади штата Небраска. В денежном выражении стоимость потерь от эрозии составляет не менее чем в 500 млн долларов в год [2].

Учитывая активный обмен знаниями между русскими и американскими почвоведами в 20-30-х годах XX века, Беннетт активно развивает направление «охраны почв», заложенное

трудами В.В. Докучаева [3], П.А. Костычева [4] и А.А. Измаильского [5] в деле борьбы с засухами и эрозией степных почв, сохранением и восстановлением степей.

Выступления Беннета, будь то демонстрационные показы на полях, научные доклады или выступления в Конгрессе, природоохранные лекции вдохновляли людей. Он умел дискутировать и обладал даром убеждения. Когда весной 1935 года, в разгар «Пыльного котла», над Вашингтоном (округ Колумбия) пронеслась пыльная буря с Великих равнин, Беннетт делал доклад перед комитетом Конгресса по законопроекту об охране почв. Он знал, что приближается пыльная буря, и использовал ее как доказательство, чтобы наглядно продемонстрировать необходимость сохранения почвенных ресурсов.

В апреле 1935 года Конгресс США, оценив ущерб от пыльных бурь в 1 млрд. долларов (по курсу 1935 года), объявляет это событие национальной катастрофой. В этом же году принимается федеральный закон об охране почв, в котором эрозия была названа угрозой благосостояния нации. Ответственность за реализацию закона была возложена на Министерство сельского хозяйства.

Одной из форм борьбы с засухами и пыльными бурями было создание в 1933 году «Soil Erosion Service (Служба борьбы с эрозией почв)», переименованной в 1935 году в «Soil Conservation Service» (Служба охраны почв)» и позже в «Natural Resources Conservation Service» (Служба охраны природных ресурсов)» [6].

Основная задача Службы охраны почв, возглавляемая Хью Беннеттом, заключалась в разработке и реализации национальной программы, мероприятия которой были направлены на охрану почв и сохранение водных ресурсов, более эффективное использование земли и повышение материального уровня жизни городского и сельского населения. Все мероприятия можно сгруппировать в 3 основных направления:

1) Борьба с почвенной эрозией и сохранение поступающих атмосферных осадков – основное реализуемое Службой Беннетта направление, предусматривающее сохранение почвенных и водных ресурсов путем применения различных мер на пахотных, пастбищных и лесных землях, подвергшихся водной и ветровой эрозии.

Необходимо отметить, что за каждый акр, обработанный одним из 4 способов: minimum tillage (минимальная обработка), dry farming (богарное земледелие), contour ploughing (контурная вспашка), mulching (мульчирование) Правительство США начисляло фермеру 1 $.

2) Покупка малопроизводительных (на грани бросовых) земель – эта программа разработана в рамках закона Бэнкхед-Джонса 1937 года и предусматривала приобретение федеральным правительством малопродуктивных земель и улучшение купленных земель для последующего их эффективного использования. В дальнейшем правительство выкупило 11,3 млн акров пашни для постепенного естественного сукцессионного возобновления прерий.

3) Борьба с наводнениями – программа предполагала уменьшить урон, вызываемый наводнениями, представляющими угрозу для жизни и имущества людей, путем проведения противоэрозионных мероприятий на небольших водосборах, откуда берут начало паводковые воды.

Необходимо отметить, что выполнение государственной программы по охране почвы и сохранению влаги проводилось на основе двух руководящих принципов.

Первый из этих основополагающих принципов – при планировании мероприятий на поле, на ферме или ранчо, на водосборе или на любом другом земельном участке важно основываться на проведенных ранее научных исследованиях и воздействовать на все типы земельных угодий. При этом необходимо обязательно учитывать природные условия, наличие доступного оборудования, источников энергии, финансовых средств и даже вкусы и наклонности самого фермера, а также изучать и применять новые методы хозяйствования.

Второй руководящий принцип заключается в совместной работе специалиста по охране почв и фермера по составлению плана, направленного на охрану почвенных и водных ресурсов и отвечающего всем особенностям фермы или ранчо, с применением всех мероприятий в необходимой последовательности. При этом в природе не существует двух идентичных участков земли, и поэтому каждое поле, участок пастбища или леса требует индивидуального подхода и специализированных мер.

Умелое сочетание биологических и технических мероприятий, используемых в плане по охране почвы, считал Беннетт, должно достигать 85-90% эффективности. Причем этот план становится единственно возможным способом, при помощи которого фермер может вести хозяйство и повышать плодородие своих земель для ведения непрерывного земледелия.

По данным наблюдений в научно-исследовательском центре Ред-Плейнс близ Гатри (Оклахома) [2], почва, покрытая сплошным растительным покровом, хорошо сопротивляется эрозии и задерживает осадки. Следовательно, в практике ведения сельского хозяйства, по мнению Беннетта, необходимо более широко использовать тесно сомкнутую растительность, применять защитный растительный покров или растительную мульчу на возможно большей площади в течение длительного времени.

Основные меры, с помощью которых растительность используется для охраны почвы и сохранения влаги, заключаются в введении почвозащитных севооборотов, посеве полосами, мелиорации лугов и пастбищ, посеве почвозащитных культур и применении зеленого удобрения.

Введение чередования культур по полям, т.е. севооборота, почти всегда уменьшает потери почвы и влаги *(таблица 1)*, отмечает Беннетт, что тем самым делает возможным повышение плодородия почвы, способствует борьбе с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур.

Таблица 1

Время, необходимое для смыва 18 см слоя почвы с пылеватого суглинка на склоне крутизной 16 %, Ла-Кросс, штат Виксонсин [по: 2]

Способ использования	Ежегодный смыв, т/га	Число лет
Под травами	0,22	10000
Под культурами севооборота	62,27	36
Под кукурузой	250,26	9
Под паром	427,84	5

При введении почвозащитных севооборотов, по мнению Беннетта, необходимо руководствоваться следующими основными принципами: сокращать пребывание почвы под пропашными культурами, насколько это возможно без ущерба экономике фермы, увеличить насколько это практически возможно время пребывания почвы под бобовыми или злаковыми травами и уменьшить количество обработок почвы. Между основными культурами можно высевать промежуточные: они не дают урожая, но и не позволяют стоять полю открытым.

Важным и эффективным приемом по борьбе с эрозией является использование стерни или пожнивных остатков культурных растений для защиты поверхности почвы [2]. Этот прием состоит в том, что на полях оставляют остатки растений – стерню зерновых, стебли кукурузы, сорго, суданской травы, хлопчатника, табака, гороха, ботву картофеля, чтобы они образовали защитный мульчирующий слой, подобно лесной подстилке. Этот прием, по наблюдениям Беннетта, оказался особенно эффективным в области Великих равнин и других регионах с малым количеством атмосферных осадков и развитой ветровой эрозией.

В качестве примера Хью Беннетт [2] приводит положительный опыт научно-исследовательской станции по охране почвы в Зейнсвилле (штат Огайо), когда для обработки стерни применялись культиваторы-глубокорыхлители с узкими лапами для последующего посева люцерны по стерне бородача. Кроме культиваторов также использовались безотвальные плуги, которые рыхлят почву плоскими лапами с хорошо режущими краями на глубину 7,5-15,0 см. Дополнением к этим орудиям стал чизельный плуг, изобретенный фермером из Оклахомы Фредом Хоэмом.

К преимуществам такого метода относится:

- защита почвы от прямого удара эродирующих ее дождей, что значительно уменьшает поверхностный сток и смыв;
- увеличение поступления осадков в почву;
- предохранение почвы от перегрева и иссушения;
- сохранение органического вещества почвы;
- повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

Дальнейшие исследования полностью подтвердили выводы Беннетта [7]. По данным 4-х летних исследований на Опытной станции в Бушленде (штат Техас), при разбрасывании разного количества измельченной соломы озимой пшеницы, по мере увеличения количества соломы возрастал запас влаги, и это впоследствии положительно сказывалось на урожае сорго *(таблица 2)*.

Таблица 2

Влияние количества послеуборочных остатков озимой пшеницы на накопление влаги в почве и урожай зерна сорго [по: 7]

Количество послеуборочных остатков для мульчирования	Запас влаги в почве в слое 0-1,8 м перед посевом, мм	Урожай, ц/га	Прибавка урожая, ц, в расчете на	
			1 га	1 т мульчи
0	72	17,8	–	–
1	99	24,1	6,3	6,3
2	110	26,0	8,2	4,1
4	116	29,8	12,0	3,0
8	139	36,8	19,0	2,5
12	147	39,9	22,1	1,8

Важным мероприятием программы, разработанной Беннеттом, стала посадка древесно-кустарниковой растительности. Необходимо отметить, что из 252 млн га лесных земель США 56 млн га относились к лесным землям сельскохозяйственного назначения. Для их создания, по поручению Президента США Франклина Д. Рузвельта, кроме сотрудников Службы охраны почв и Лесного Департамента, были привлечены специалисты Гражданского корпуса охраны окружающей среды. Всего было создано 30 000 км ветрозащитных лесных полос, при этом высажено более 200 млн деревьев.

Заключение. Активное сельскохозяйственное освоение территории Соединенных Штатов, которое базировалось на высоких мировых ценах на зерно, стремлении простых людей к реализации «американской мечты», благоприятных погодных условиях, обернулось жесточайшими засухами, господством эрозионных процессов и национальной катастрофой. Для борьбы с эрозий почв государство создает Службу охраны почв (первым директором, которой и был Хью Беннетт) и принимает национальную программу, мероприятия которой были направлены на охрану почв и сохранение водных ресурсов.

На основе использования собственного опыта почвенных исследований, наработок русских почвоведов и американских коллег, применяя при этом «ландшафтный принцип», Беннетт искал пути борьбы с атмосферной и почвенной засухой, а также проявлениями водной и ветровой эрозии. Для этого разрабатывались, обосновывались, на сельскохозяйственных станциях апробировались и предлагались фермерам для внедрения комплексные мероприятия по охране почв. Для получения максимального эффекта Беннетт предлагал не ограничиваться одной фермой, а применять «бассейновый принцип» или «принцип водоразделов», что позволяло реализовывать все направления программы.

Все многообразие программных мероприятий Беннетта можно группировать по следующим основным направлениям:

– борьба с почвенной эрозией и сохранение поступающих атмосферных осадков путем применения различных мер на пахотных, пастбищных и лесных землях, подвергшихся водной и ветровой эрозии – внедрение почвоохранных севооборотов и обработок (которая позже трансформировалась в Mini-till, No-till, Strip-till), посадка древесно-кустарниковой растительности, оставление стерни на полях, посев сидератов и т.д.;

– покупка малопроизводительных (на грани бросовых) земель и улучшение купленных земель для последующего их эффективного использования. В дальнейшем правительство выкупило 11,3 млн акров пашни для постепенного естественного сукцессионного возобновления прерий;

– борьба с наводнениями – уменьшение урона, приносимого наводнениями, путем проведения противоэрозионных мероприятий.

При этом сотрудники службы Беннетта проводили активную разъяснительную работу среди фермеров, демонстрируя на полях опытных станций достоинства новых методов земледелия.

Необходимо отметить, что залог успешного решения проблемы борьбы с эрозией почв на государственном уровне во многом заключался в личностных качествах директора Службы охраны почв Хью Беннетта – его целеустремленности, деловитости, компетентности, эрудированности и коммуникабельности.

По сути, Х. Беннетт, разработав и внедрив в практику сельскохозяйственного производства комплексную систему защиты почв от эрозии, подтвердил правильность теоретических программных положений В.В. Докучаева, А.А. Измаильского, К.Д. Глинки, направленных на борьбу с засухой и эрозией в степных регионах. Эта система продолжает жить и в наши дни, развиваясь и эволюционируя, позволяя получать стабильные урожаи сельскохозяйственных культур.

Статья подготовлена по теме НИР Института степи УрО РАН № АААА-А21-121011190016-1.

Список литературы

1. Прасолов Л.И. Предисловие к книге С.С. Соболева «Развитие эрозионных процессов на территории европейской части СССР и борьба с ними». М.: Изд-во АН СССР, 1948. Т. 1.

2. Беннетт Х.Х. Основы охраны почвы. Пер. с английского Т.Л. Чебановой. М.: Изд-во иност. литературы, 1958. 411 с.

3. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. М.: Сельхозгиз, 1953. 152 с.

4. Костычев П.А. Почвы черноземной области России: их происхождение, состав и свойства. М.: Сельхозгиз, 1949. 240 с.

5. Измаильский А.А. Как высохла наша степь. М.: Сельхозгиз, 1937. 76 с.

6. Фрюауф Др.М. Опыт и последствия североамериканского синдрома «Dust Bowl – пыльных бурь» для проекта «Кулунда» // Вестник Алтайской науки. 2014. № 4. С. 226-233.

7. Measuring and managing residue // Successful Farming 1989. Vol. 87. No 13. P. 22-23.

УДК 911:908:913
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-720-725

АСПЕКТЫ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ И ЗАСЕЛЕНИЯ ЦЕЛИННЫХ ЗЕМЕЛЬ ОРЕНБУРЖЬЯ: ОТ СТОЛЫПИНА ДО ЦЕЛИНЫ-2

ASPECTS OF PURPOSEFULL DEVELOPMENT AND SETTLEMENT OF VIRGIN LANDS IN THE ORENBURG REGION: FROM STOLYPIN TO TSELINA-2

Левыкин С.В., Яковлев И.Г., Казачков Г.В.
Levykin S.V., Yakovlev I.G., Kazachkov G.V.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: stepevedy@yandex.ru

Аннотация. Аграрное освоение Оренбуржья в период от начала Столыпинской реформы до настоящего времени рассматривается с позиций возможностей существования степей на сельхозугодьях. Столыпинская реформа рассматривается как отправная точка тенденции к тотальной распашке степей в регионе. Для всего рассмотренного периода констатируется общая тенденция к росту посевных площадей. Обращается внимание на то, что до первой трети XX века включительно в области преобладала переложно-залежная система земледелия, эволюционировавшая от семипольной к трёхпольной в силу сокращения резерва земельных ресурсов. Принципиальным признаётся сохранение места для степных экосистем при переложно-залежной системе. Отмечается, что тенденция аграрного, прежде всего земледельческого, освоения Оренбургского края развивалась поступательно с 1740-х по 1990-е годы на протяжении 250 лет, что к середине XX века основная часть Оренбургской области была аграрно освоенной, в т.ч. земледельчески, и что целинная кампания 1950-х в Оренбургской области в значительной степени прошла по уже освоенным земледелием территориям. Констатируется максимум посевных площадей в 1980-е и тенденция к его восстановлению в настоящее время. Констатируется сокращение пространства существования вторичных степей вследствие современной Целины-2.

Ключевые слова: Оренбургская область, земледельческое освоение, степная зона, Целинная кампания.

Abstract. Agricultural development of Orenburgskaya oblast since Stolypin's reform to the present is examined from the position of opportunities to exist on agrarian lands for steppe. Stolypin's reform is considered the starting point of the trend to total ploughing up steppes in the region. The common tendency of sown area growth is noted for the whole period in focus. An attention is paid to the prevalence of fallow rotational grain agriculture system in the oblast up to and including the early XX century, and to the evolution of this system from seven field to three field cycle of rotation in the force of free land reserve decrease. The saving of space for steppe ecosystems under the fallow rotational system is considered cardinal. It is noted that the trend of agricultural, first of all grain agricultural, development of the Orenburg region grew up gradually since 1740s to 1990s during 250 years; and it is noted that to the middle XX century most of the Orenburgskaya oblast was agriculturally well developed, and the Vigrin lands campaign of 1950s took place in the oblast on mainly in well developed agrarian territories. Sown area maximum of 1980s and the tendency of coming this maximum back in the present are noted. The shrinking of area loss for secondary steppes because of the modern Tselina-2 is noted.

Key words: Orenburgskaya oblast, agricultural development, steppe zone, Virgin lands campaign.

Активное земледельческое освоение территории современной Оренбургской области началось практически 300 лет назад и за это время прошло несколько своеобразных периодов. Отметим, что границы Оренбургского края многократно пересматривались, что создает существенные сложности сопоставления статистических данных разного времени по динамике и структуре сельхозугодий, но в работе мы старались учитывать данные в пределах современных границ, либо корректируя их пропорционально площади территории. Границы Оренбургского края стабилизировались только с образованием Оренбургской области в 1934 г. и впоследствии менялись незначительно. Менялось главным образом АТД внутри области с тенденцией к укрупнению районов.

В данной работе мы рассматриваем особенности аграрного освоения Оренбуржья в период с начала Столыпинской реформы до настоящего времени. Данный период выбран ввиду того, что Столыпинскую реформу можно считать своеобразной прародительницей целинной кампании 1950-х годов, отправной точкой тенденции к тотальной распашке степей в регионе.

Предшествующее Столыпинской реформе переселенческой движение в конце XIX века способствовало вовлечению в земледелие новых площадей. В Оренбургской губернии с 1868 по 1885 гг. посевные площади выросли почти на 20% и продолжали расти вплоть до 1916 года [1, 2, 3] *(таблица 1)*.

Таблица 1

Посевная площадь и посевы пшеницы в Оренбургской губернии (1885-1916 гг.)

Годы	Общая посевная площадь, га	Увеличение		Посевы пшеницы, га	Увеличение	
		гектары	%		гектары	%
1885	1 142 826	-	100	661 171	-	100
1904	2 105 108	962 282	184,2	1 333 831	672 660	201,7
1916	2 493 077	1 350 251	218,2	1 594 808	933 637	241,2

В ходе Столыпинской аграрной реформы с 1906 г. переселенческое движение поддерживается на государственном уровне. На территории современного Оренбуржья переселенцы селились в Акбулакском, Беляевском районах, а также в зауральной части в Домбаровском и Адамовском районах. В переселенческий период эта часть области еще относилась к Тургайской области и в состав Оренбургской области вошла в первой трети XX века. В современных границах под земледелие выделено порядка 400 тыс. га, самые крупные массивы были в Адамовском и Акбулакском районах. В результате переселенческого движения и Столыпинской реформы посевная площадь в области увеличилась почти в 2,2 раза, а посевы пшеницы – более чем в 2,4 *(таблица 1)* [4]. Результаты Столыпинской реформы получили своё наивысшее выражение к 1916 г., посевные площади и валовые сборы достигли максимума, свыше трети зернопроизводства приходилось на семейные, по существу, фермерские хозяйства. Столыпинскую аграрную реформу и переселенческое движение можно считать своеобразной первой крупной целинной кампанией России по объему распаханных земель и степени преобразования степного пространства, а также по количеству населения, перемещенного из одних мест на новые поселения. Так только на территории современного Восточного Оренбуржья было основано более 100 мелких поселений, многие из которых исчезли в середине XX века в результате укрупнения колхозов и совхозов, а также развития технического и технологического потенциала.

С 1918 года начинается советский этап развития земледелия, в котором в первые годы по инерции существует еще многоукладное сельское хозяйство, унаследованное от предыдущих периодов с высокой долей семейных хозяйств. В первые советские годы начинаются эксперименты с новыми моделями хозяйств, среди которых выделяются артели, кооперативы, коммуны, колхозы и другие. В первые годы отмечается сокращение посевных площадей связанные с Гражданской войной, в отдельных районах посевная площадь сокращается в несколько раз. В целом посевная площадь в границах области сокращается до 0,36 млн га в 1923 году. Позже, в период НЭПа началось активное восстановление зернопроизводства, посевная площадь увеличилась до 0,66 млн га в 1926 г. [5]. В новых социально-политических условиях с 1923 г. сельское хозяйство, прежде всего земледелие, вступило на путь восстановления и развития, что продолжалось до начала массовой коллективизации. Этот небольшой временной период можно рассматривать как первый этап высокой динамичности агроландшафтов и посевных площадей. В это время образовались первые крупные залежные массивы в степной зоне, доступные для изучения. Именно в тот период были получены уникальные научные сведения по процессам самовосстановления степей и степных растительных сукцессий.

До первой трети XX века включительно в области преобладала переложно-залежная система земледелия, которая постепенно эволюционировала от семипольной к трёхпольной ввиду постепенного сокращения неиспользуемых земельных ресурсов [4, 6]. В целом на Южном Урале в конце XIX века ежегодно засевалось от 20 до 45% пахотных земель [7]. В конце 1920-х годов в Оренбургской губернии использовались четыре разновидности переложно-залежной системы и зачатки паровой системы. Западная часть приблизительно поровну распределена между господством залежно-толочной разновидности, при которой площади посевов и пашни соотносились как 1:2 и краткосрочно-залежной, при которой это отношение было 1:3. Восточная часть, в то время меньшая, примерно так же делилась между господством долгосрочно-залежной

(1:5) и целинно-залежной (1:9) разновидностей [5]. При залежно-толочной разновидности существовали только бурьянистые залежи, при краткосрочно-залежной – бурьянистые и пырейные, при долгосрочно-залежной системе – бурьянистые, пырейные, тонконоговые и овсянницевые, при целинно-залежной системе восстановление степей доходило до господства ковылей (там же).

Массовая коллективизация хозяйства на рубеже 1920-х – 1930-х годов выступает очередным важным этапом в земледельческом освоении территории. К 1935 году этот процесс был практически полностью завершён, сельское хозяйство уже было организовано в детально изученные характерные для советского времени колхозы и совхозы. Колхозы засевали 2,5 млн га, совхозы 0,54 млн га, из 7 млн га имевшихся в области пахотопригодных земель, то есть в 1935 году каждый шестой гектар оренбургских посевов был совхозным. Молмясотресту подчинялось 32 совхоза, в пользовании которых находилось в общей сложности 1,6 млн га угодий, 7 совхозов Свиноводтреста пользовались 53 тыс. га угодий, 10 совхозов Овцеводтреста пользовались 777 тыс. га угодий, 17 совхозов Зернотреста пользовались 978 тыс. га угодий, 17 совхозов Наркомзема пользовались 105 тыс. га угодий [8]. Итого по состоянию на 1935 год в Оренбургской области действовало 83 совхоза, в пользовании которых находилось в общей сложности 3,5 млн га угодий, таким образом совхозы распоряжались примерно четвертью территории области.

Идея совхоза была реализована в Оренбургской области уже к 1935 году и не является для области новацией целинной кампании 1950-х годов, хотя нужно признать, что в ту кампанию она получила существенное дополнительное распространение. В этой связи интересен пример совхоза Каинды-Кумакский организованного на западе современного Адамовского района в 1929 году на площади около 164 тыс. га, но уже в 1932 г. реорганизованного до 90,5 тыс. га [9], а по данным 1935 года до 87,5 тыс. га [8]. Каинды-Кумакский совхоз может рассматриваться как своеобразный предшественник общепринятого целинного совхоза 1950-х годов, но возникший на два десятилетия раньше. В тоже время необходимо отметить ключевые особенности: по имеющиеся архивным и картографическим данным можно утверждать, что совхоз возник на уже освоенной земледелием территории; во-вторых, в отличие от целинных совхозов, засевавших практически все пахотопригодные земли, данный совхоз засевал лишь 10,3 тыс. га из 67,3 тыс. га пашни, то есть всего 15%.

Существует много мнений и дискуссий по поводу советской идеи совхозов и создания сельского пролетариата. На самом деле исторические и архивные документы свидетельствуют несколько об ином. Суть крупных «фабрик зерна» была позаимствована в США, которые на своём печальном опыте освоения прерий убедились в том, что на открытых равнинах для зернопроизводства наиболее перспективно крупное хозяйство. Безусловно, цель и специфика совхозного строительства были советскими, но хозяйственная идея «фабрики зерна» заимствована в США. Более того, первые совхозы в Оренбургской области были созданы не в 1950-е, а в первой половине 1930-х, причём с американской помощью не только инвестициями, но также технологиями и техникой. Ярким примером такого сотрудничества в период Великой Депрессии в степях Зауралья может быть создание одного из крупнейших зерносовхозов – Каинды-Кумакского Адамовского района. В определённой мере, создание крупных «фабрик зерна» в степях Зауралья можно признать целинной кампанией, хотя и не столь масштабной как столыпинская и последующая.

Стоит отметить, что в этот период освоения доля посевных площадей от пахотопригодных земель уменьшалась с северо-запада на юго-восток от 30% до 10-15% на юге и юго-востоке. К 1940 г. посевные площади на территории области достигли 3,6 млн га [10].

Во время Великой Отечественной войны произошло формирование крупного залежного клина, специфика которого в силу обстоятельств того времени не была изучена. В это время произошло сокращение посевных площадей, которые восстанавливались к концу 1940-х – началу 1950-х годов. В послевоенный период, после смены руководства СССР в 1953 г. был свёрнут сталинский план преобразования природы, предлагаемая в нем травопольная система земледелия попала под запрет, и новым руководством был дан старт новому масштабному аграрному проекту – целинной кампании. Пахотопригодные целинные и залежные земли располагались в основном в восточных районах области. Изначально планировалось освоить приблизительно 1 млн га из порядка 2 млн га имевшихся [11]. Однако, было распахано более 1,8 млн га, большая часть из которых приходится на целинные районы, в качестве которых признаны те, где были созданы новые сельхозпредприятия. Распашка целины происходила во всех районах

кроме Асекеевского, однако официально целинными признаны: Первомайский, Беляевский, Гайский, Новоорский, Кваркенский, Адамовский, Домбаровский [12]. Исходя из масштабов распашки новых земель, по нашему мнению к таковым должен быть отнесён Акбулакский район, где было распахано более 100 тыс. га именно целинных земель, при этом Гайский район, где было распахано всего 14 тыс. га, не корректно считать целинным.

В 1960-е годы вопреки общей тенденции к укрупнению районов два крупнейших восточных района, Адамовский и Домбаровский, перешли в категорию староосвоенных и были разукрупнены с выделением нового Светлинского района.

Динамика и масштабы освоения целинных земель в Предуралье и Зауралье различались. В предуральском Беляевском районе посевные площади увеличились со 114 тыс. га в 1954 году до 157 тыс. га в 1957 году, затем сократились до 111 тыс. га в 1959 году и поддерживались на уровне 120-140 тыс. га до 1985 года [12]. На территории современного Светлинского района до 1954 года пашни практически не было, это был классический целинный район. В 1960 году. засевалось 280 тыс. га, с 1970 года посевные площади сокращаются до 230 тыс. га, затем до 200 тыс. га в 1993 году [12].

В результате целинной кампании 1950-х годов и установившейся тогда традиции к 1970 году практически все земли, которые были распаханы до целинной кампании и во время её, засевались.

В 1980-е годы повсеместно реализовывался государственный проект по освоению земель коренного улучшения, которые по качеству значительно хуже полнопрофильных почв, но допускающих масштабную распашку. Такие земли изначально планировалось оставить под многолетние травы на площади 0,7-0,9 млн га, но на практике эти земли стали основным фондом «забалансовой пашни», которая по разным оценкам составляла 0,6-0,8 млн га и давала прибавку к валовому сбору не менее 0,4 млн т. Таким образом, в Оренбургской области к 1990 г. было пройдено плугом порядка 7-7,3 млн га. Так или иначе, все земли, считавшиеся пахотопригодными в 1930-е, к 1990 г. были распаханы.

Принцип «пашня не может сокращаться, а может только прирастать» был ключевым в землепользовании до второй половины 1980-х. Вывод земель из пахотооборота и их консервация применялись лишь в исключительных случаях. Однако, во второй половине 1980-х на государственном уровне в процессе инвентаризации сельхозугодий СССР впервые перед землеустройством была поставлена задача выявить и законсервировать малопродуктивную пашню. На основании «Указаний по классификации земель», разработанных ГУ землепользования и землеустройства и ГНИИ земельных ресурсов в 1982 году, к низкопродуктивным относились следующие угодья: сильно смытые, неполноразвитые, песчаные почвы, солонцы и солонцово-степные комплексы с долей солонцов от 25% [13]. По итогам исследований в Оренбургской области было выявлено порядка 300 тыс. га низкопродуктивной пашни, признанной подлежащей консервации. На практике вывод этих земель из оборота в советских условиях, даже периода Перестройки, требовал сложной процедуры. Объёмы низкопродуктивной пашни согласовывались и утверждались на местах, далее утверждалось руководством района и Облисполкомом, но даже с такими утверждениями решение не вступало в силу. Необходимо было разрешение Совета Министров РСФСР, которое давалось с условием предварительного залужения выводимых из пашни земель и последующим присвоением статуса улучшенных кормовых угодий.

Постсоветский период ознаменовался своими характерными особенностями освоения, так с середины 1990-х годов в результате проведения различных реформ сначала произошло обвальное сокращение посевных площадей – одно из самых значительных в истории аграрного освоения региона, а в последствии в конце 2010-х годов залежные земли, многие из которых достигли состояния вторичных степей, вновь начали активно осваиваться, в рамках «Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации» (утверждена Постановлением Правительства РФ от 14.05.2021 г. № 731, известна как Целина-2). По официальным данным на 01.01.2024 остаётся нераспаханными 300-350 тыс. га залежей, из которых вторичные степи развились на 200-250 тыс. га, главным образом на юго-востоке и востоке области. В последние годы нами удалось зафиксировать и изучить состояние и динамику агроландшафтов, залежных земель и вторичных степей. Данные вопросы являются актуальными для современного степного природопользования и продолжают изучаться, полевые

исследования структуры агроландшафтов дают основания прогнозировать не только восстановление пашни до 6 млн га, но и превышение её исторического максимума конца 1980-х.

Рассматривая всю совокупность приведённых выше сведений с позиций сохранения возможностей существования степей, в порядке заключения отметим, что на западе области уже к столыпинскому времени степи могли сохраняться только на сенокосно-пастбищных угодьях, но в степных и особенно сухостепных районах сохранение степей было возможным даже на пахотопригодных землях. Лишь начиная с Целины 1950-х, когда посевные площади максимально приблизились к площади пахотных земель, а пахотные охватили все пахотопригодные, возможность сохранения степной растительности осталась только на сенокосно-пастбищных угодьях, которых на месте типичных плакорных степей уже практически не оставалось. Современная Целина-2 сокращает пространство формирующихся и сформировавшихся вторичных степей на 40-50 тыс. га в год. Пока сохраняются залежи и вторичные степи, но при такой тенденции возможно превышение максимума пашни 1980-х.

В качестве основных выводов работы тезисно отметим следующее:

1. Общая тенденция аграрного, прежде всего земледельческого, освоения Оренбургского края развивалась поступательно с 1740-х от момента образования губернии по 1990-е годы на протяжении 250 лет.

2. Пик аграрного освоения пришёлся на конец 1980-х годов: посевные площади занимали практически все угодья на полнопрофильных степных почвах и генетически близких к ним почвенных разновидностях, количество выпасаемого скота превышало ёмкость кормовых угодий, сохранившихся на земледельческих неудобьях.

3. Аграрное освоение, прежде всего земледельческое, мотивировалось и активно поддерживалось государством на всех этапах активного освоения. Основные периоды аграрного освоения по государственной инициативе: дворянское освоение, этапы казачьего освоения, столыпинская аграрная реформа, целинная кампания и один период освоения по крестьянской инициативе – переселенческое движение 1860-х-1905 гг.

4. К середине XX века основная часть Оренбургской области была аграрно освоенной, в т.ч. земледельчески. Массивы целинных пастбищ сохранялись на юге и в основном востоке на территории Адамовского района и на территории современного Светлинского района. Из порядка 2 млн га распаханных целинных и залежных земель приблизительно 1 млн га это классическая целина на востоке области, остальное – расширение пашни за счёт кормовых угодий в ранее освоенных районах области. То есть, половина крупнейшей в истории целинной кампании в Оренбургской области прошла по уже освоенным земледелием территориям.

5. В общем преобладал рост аграрного освоения и посевных площадей, но выделяются временные периоды сокращения посевных площадей: 1918-1927, 1942-1953, а также период, наступивший после исторического максимума и продолжавшийся с 1998 по 2017 годы.

6. К 1990 году были распаханы практически все технологически доступные земли общей площадью более 7 млн га, в т.ч. малопродуктивные. Затем в конце 1990-х произошло обвальное сокращение посевных площадей на 1,2-1,3 млн га, продержавшее примерно 20 лет. Активизация повторного вовлечения залежей в оборот наблюдается с 2018 г. и продолжается в рамках Целины-2.

7. Целенаправленное (по инициативе и при поддержке государства) освоение и заселение целинных земель Оренбуржья происходило в XX веке в три этапа: столыпинский (1906-1916), колхозно-совхозный (первая половина 1930-х), Целина (1954-1963). В настоящее время эти этапы продолжает Целина-2.

Список литературы

1. Обзор Оренбургской губернии за 1885 г. Оренбург, 1886.

2. Обзор Оренбургской губернии за 1904 г. Оренбург, 1905.

3. Всероссийская сельскохозяйственная перепись 1916 г. Оренбург, 1916. С. 3-4.

4. Воронов А.В., Цвирко О.В. Оренбуржье на подъёме. Челябинск: Южно-Уральское кн. изд-во, 1975. 229 с.

5. Сельскохозяйственные районы и земельные нормы Оренбургской губернии / Под ред. Л.Л. Ловырева. Оренбург: Оренбургское губернское земельное управление, Оренполиграфпром, 1927. 267 с.

6. Настольная книга русского земледельца. М.: АО «Прибой», 1993. 704 с.

7. Статистические сведения о землепользовании в Оренбургской губернии. 1895. Государственный архив Оренбургской области. Ф. 164, оп. 1, ед. хр. 125б.

8. Оренбургская область. Статистико-экономический справочник 1935 года. Оренбург: Оренбургская областная плановая комиссия, 1935. 52 с.

9. Материалы по организации совхоза Каинды-Кумакский. 1933. Муниципальный архив Адамовского района Оренбургской области. Ф. 53, оп. 1, ед. хр. 1.

10. Оренбургская область в цифрах. Статистический сборник. Челябинск: Южно-Уральское кн. изд-во, 1974. 184 с.

11. Малыгин В.М. Подвиг на Целине. Летопись освоения целинных земель Оренбургской области. Оренбург: Оренбургское кн. изд-во, 1961. 271 с.

12. 40 лет освоению целинных и залежных земель Оренбургской области (1954-1993). Оренбург: Оренбургское областное управление статистики, 1994. 78 с.

13. Данные землеустроительных дел, 1990. Фондовые материалы НИИ Волгогирпозем.

УДК 502.45
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-726-728

ИЗ ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНО-ЭКСКУРСИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРИРОДНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ СТЕПЬ ДОНЕЦКАЯ

FROM THE EXPERIENCE OF ORGANIZING EDUCATIONAL AND EXCURSION ACTIVITIES IN THE DONETSKAYA STEPPE NATURE RESERVE

Леонтьева О.В., Молодан Г.Н.
Leonteva O.V., Molodan G.N.

Природный заповедник «Степь Донецкая», Новоазовск, Россия
Donetskaya Steppe Nature Reserve, Novoazovsk, Russia

E-mail: olga.leonteva.95@inbox.ru

Аннотация. Приводится опыт создания и функционирования природного заповедника «Хомутовская степь». Более чем 90-летний опыт свидетельствует, что реальной изоляции территории добиться не удалось. Популярность уникального участка первозданной Донецкой степи у жителей старопромышленного, супериндустриального и сверхурбанизированного Донбасса, необычайно высока. Препятствовать этому просто неразумно. Наоборот, необходимо всячески поощрять строго регламентированный круглогодичный познавательный туризм на территориях природных заповедников. Это будет способствовать формированию экологической культуры, толерантного отношения к природно – заповедному фонду и патриотизма, который начинается с любви к родной природе. В данной статье акцентируется внимание на создании в отделении «Хомутовская степь» заповедника «Степь Донецкая» познавательного маршрута, который предусматривает ограниченный доступ посетителей с учетом малых размеров территории. Для защиты природы от негативного воздействия, на маршруте планируется установить указатели, знаки и оборудование для удобства посетителей. Особое внимание уделено созданию интерактивного музея истории степи с использованием новейших технологий для привлечения посетителей разных возрастов и монтаж обзорной вышки. Статья подчеркивает важность баланса между потребностями туристов и сохранением природы при организации экскурсий. Предложен механизм регулирования рекреационных потоков и дальнейших перспектив развития заповедника.

Ключевые слова: заповедник, познавательная экскурсия, семейный отдых, рекреационная емкость, обзорная вышка, музей истории степи.

Abstract. The experience of creating and operating the Khomutovskaya Steppe nature reserve is presented. More than 90 years of experience shows that it was not possible to achieve real isolation of the territory. The popularity of this unique area of the pristine Donetsk steppe among residents of the old industrial, super-industrial and super-urban Donbass is unusually high. It is simply unwise to prevent this. On the contrary, it is necessary to strongly encourage strictly regulated year-round educational tourism in the territories of natural reserves. This will contribute to the formation of an ecological culture, a tolerant attitude towards natural reserves and patriotism, which begins with love for one's native nature. This article focuses on the creation of an educational route in the Khomutovskaya Steppe branch of the Donetsk Steppe Nature Reserve, which provides limited access for visitors, taking into account the small size of the territory. To protect nature from negative impacts, it is planned to install signs, signs and equipment along the route for the convenience of visitors. Particular attention was paid to the creation of an interactive museum of the history of the steppe using the latest technologies to attract visitors of different ages and the installation of an observation tower. The article highlights the importance of balancing the needs of tourists and conservation of nature when organizing excursions. A mechanism for regulating recreational flows and further prospects for the development of the reserve is proposed.

Key words: nature reserve, educational tour, family vacation, recreational capacity, observation tower, museum of the history of the steppe.

Природный заповедник «Степь Донецкая» создан Указом Главы Донецкой Народной Республики 27 сентября 2022 года, путем объединения территориальных отделений «Хомутовская степь», «Каменные могилы» и «Кальмиусская степь» (Кальмиусское). После полного освобождения к ним присоединится «Меловая флора».

Создание ПЗ «Степь Донецкая» стало результатом вековых усилий специалистов и аматоров, сумевших убедить чиновников в необходимости спасения уникальных уголков первозданной степи. Начиная с 20-х годов XX века крохотная группа энтузиастов предпринимала отчаянные попытки по заповеданию участков, которые спустя сто лет стали гордостью Донеччины и украшением Европейской изумрудной сети [1].

24 августа 1926 года получила охранный статус «Хомутовская толока», площадью 1112 десятин (1030,4 га), а 5 апреля 1927 года были заповеданы 600 га «Каменных могил». Являясь хрестоматийными примерами «уникальности» и «репрезентативности» в системе критериев заповедания, пробалансировав несколько десятилетий на грани реального уничтожения, эти ООПТ были переданы Институту ботаники АН Украины, а в 1961 году стали территориальными отделениями Украинского степного природного заповедника, который в течении 70 лет оставался единственным настоящим заповедным объектом на территории Донецкой области. В 1988 г. было создано отделение «Меловая флора» площадью 1134,0 га, а в 2008 году Кальмиусское 579,6 га.

В настоящее время природный заповедник «Степь Донецкая» находится в стадии реорганизации в связи с адаптацией в Российское правовое поле. Одной из главных задач остается обеспечение эффективной охраны заповедных территорий.

С другой стороны, опрос общественного мнения и изучение территориального распределение отдыхающих показывают, что именно природным заповедникам принадлежат лидирующие показатели в рекреационном кластере Донеччины.

Особо следует отметить, что возможность эффективного отдыха является одной из главных составляющих экологической безопасности населения. Мировой опыт свидетельствует, что восстановление сил на лоне природы, становится доминирующей формой досуга и отпуска граждан, сбалансированно развивающихся стран [2].

В условиях Донбасса, где развитие базовых отраслей экономики связанно с экстремальными условиями труда, а материальное состояние работающих еще недостаточно для туров в дальнее зарубежье, использование терапевтических свойств аборигенной природы является жизненной необходимостью. Прежде всего речь должна идти об объектах природно-заповедного фонда.

В этом случае актуальность работ по увеличению рекреационной емкости особо охраняемых природных территорий Донецкой Народной Республики сомнений не вызывает.

Согласно действующего законодательства, рекреационная деятельность разрешена для всех категорий особо охраняемых природных территорий, за исключением заповедников. Это нашло логическое отражение в других нормативных документах, прежде всего, финансового и земельного регулирования.

При этом для природных заповедников в качестве одной из основных задач определено экологическое просвещение и на их территории в соответствии с проектами организации допускается ведение эколого-просветительской работы.

Девяностопятилетний опыт функционирования природного заповедника «Хомутовская степь» свидетельствует, что реальной изоляции территории добиться не удалось. Популярность уникального участка первозданной Донецкой степи у жителей старопромышленного, супериндустриального и сверхурбанизированного Донбасса необычайно высока. В течении всех сезонов года в заповедник устремляются множество людей, чтобы «просто посмотреть на степь»! В период цветения (апрель-июль) остановить поток желающих воспользоваться своими конституционными правами просто невозможно! Его необходимо просто регулировать.

Охрана природы при всей многогранности является прежде всего, нравственной проблемой [3], а эффективность природоохранительной деятельности определяется не столько объемами финансирования и строгостью законов, сколько уровнем экологической культуры населения.

Без толерантного отношения населения создание и нормальное функционирование особо охраняемых природных территорий невозможно.

Практика показывает, что направленное влияние на сознание населения с целью формирования экологосообразного мировоззрения целесообразно осуществлять в условиях «сопричастности» – в рекреационных зонах объектов природно-заповедного фонда, когда каждый посетитель получает возможность визуально соприкоснутся как с уникальными природными комплексами, так и проблемами их охраны [4].

С учетом вышеизложенного был подготовлен проект обустройства экскурсионно-познавательной тропы в условиях небольших по площади заповедных объектов.

В качестве модельной территории было определено отделение «Хомутовская степь» природного заповедника «Степь Донецкая».

Трасса маршрута проложена по периферийной части заповедника.

В качестве основы использована грунтовая дорога, существующая уже более ста лет и эпизодически используемая в хозяйственных целях, что снижает возможность прямого негативного влияния.

Протяженность маршрута не превышает 5 километров, т.е. доступная для одноэтапного пешего перехода.

Трасса имеет форму петли, что позволяет по желанию сокращать дистанцию для различных возрастных групп, соответственно физическим возможностям.

Ширина маршрутной полосы (зона потенциально возможного проникновения человека) не превышает 30 метров.

Общая площадь зоны «регулируемой» рекреации не превышает 10 га, что составляет менее 1% от общих размеров заповедника. Начало и окончание маршрута (пересечение границы заповедника) стыкуется с автомобильной стоянкой, соединенной асфальтированной дорогой с трассой Донецк-Новоазовск.

В ближайшей перспективе вдоль маршрута будут установлены 20 половецких изваяний, собранных сотрудниками заповедника в Северо-восточном Приазовье. Трасса будет маркирована указателями направления движения и запрещающими знаками.

В местах остановок будут установлены информационные щиты с многочисленными фотоматериалами по флоре и фауне окружающей степи.

На реверсной площадке планируется установить контейнер для мусора, туалет, умывальник и лавочки для отдыха.

Анализ анкетных данных посетителей заповедника за последние 30 лет показывает, что в подавляющем большинстве это семьи на личном транспорте, приехавшие специально посмотреть на степь. Временной бюджет ограничен одним световым днем, исключительно из-за отсутствия условия для ночлега. Дорога для жителей Донецкой области забирает не более 4 часов (туда и обратно). На общение с «первозданной» степью остается 6-8 часов, но наблюдения показывают, что более 3 часов, особенно летом, посетители на маршруте не задерживаются. В целом рекреационная емкость, непосредственно экскурсионно-познавательной тропы не должна превышать 25 человек (5 групп по 5 человек) одновременного пребывания.

В период цветения (конец апреля – начало июня) особенно в выходные и праздничные дни, количество посетителей заповедника может превышать установленные нормативы.

Перераспределить потоки рекреантов планируется с помощью дополнительных атрибутов познавательно-экскурсионной деятельности: обзорной вышки, музея истории степи, лекционной аудитории и площадки для семейных пикников. Реализовать эти проекты заповедник попробует к своему 100-летнему юбилею (2026 год) после перехода на федеральное финансирование.

Список литературы

1. Молодан Г.Н., Фоменко О.В. Рекреационный потенциал и перспективы его использования в природном заповеднике «Хомутовская степь» // Степи Северной Евразии: материалы IX междунар. симпоз. / Под науч. ред. А.А. Чибилёва. Оренбург: ОГУ, 2021. С. 572-574.

2. Молодан Г.Н., Леонтьева О.В. О путях повышения аттрактивности познавательно – экскурсионного маршрута по территории заповедника «Хомутовская степь» // Научные основы сохранения полноты биоразнообразия в заповедниках и национальных парках. Перспективы для создания ООПТ территории: Материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 40-летию Сочинского национального парка (25-27 октября 2023 г., г. Сочи). Сочи, 2023. Вып. 15. С. 251-253.

3. Молодан Г.Н., Фоменко О.В. Познавательный туризм на заповедных территориях как способ формирования экологосообразного мировоззрения // Изучение и сохранение биоразнообразия в ботанических садах и других интродукционных центрах: материалы науч. конф. с междунар. участием. Донецк: Государственное учреждение «Донецкий Ботанический сад», 2019. С. 295-298.

4. Молодан Г.Н. Задачи и возможности реабилитации природы Донеччины // Изучение и сохранение биоразнообразия в ботанических садах и других интродукционных центрах: материалы науч. конф. с междунар. участием. Донецк: Государственное учреждение «Донецкий Ботанический сад», 2019. С. 276-295.

УДК 631.483+631.487
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-729-736

ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА НАКОПЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВАХ ДРЕВНЕЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ РАЙОНОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

STUDY OF THE POTENTIAL FOR ACCUMULATION OF ORGANIC CARBON IN POSTAGROGENIC SOILS OF ANCIENT AGRICULTURAL REGIONS OF THE STEPPE ZONE FOR THE PURPOSES OF REGENERATIVE AGRICULTURE

Лисецкий Ф.Н.
Lisetskii F.N.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия
Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

E-mail: fnliset@mail.ru

Аннотация. Обобщенная выборка авторских данных по содержанию и качественным характеристикам органического вещества и гранулометрическому составу почв разновременных залежей и их целинных аналогов в степной зоне Нижнего Побужья и Северо-Западного Крыма включала более 150 определений. Установлено, что углеродпротекторная емкость почвы, которая учитывает долю частиц размером <0,02 мм, закономерно увеличивается от целинных почв к старозалежным почвам и молодым залежам в обоих регионах, но эта емкость во всех вариантах почв выше у крымских почв. Влияние длительного агропедогенеза отражается в том, что агропочвы длительного земледельческого использования характеризуются увеличением доли частиц от фракции крупной пыли и мельче, что находит свое отражение в повышенной углеродпротекторной емкости у постантичных залежей. Определено совместное влияние различий биоклиматических условий, гранулометрического состава почв и длительности земледелия на содержание и качественные характеристики органического вещества постагрогенных степных почв на территории двух древнегреческих аграрных зон Северного Причерноморья. Показано, что углерододепонирующий потенциал степных почв в наиболее значительной степени определяется долей частиц размером 0,05-0,01 мм.

Ключевые слова: почвы степной зоны, разновременные залежи, органический углерод почвы, углеродпротекторная емкость почвы.

Abstract. A generalized selection of the author's data on the content and qualitative characteristics of organic matter and the granulometric composition of soils of deposits of different periods and their virgin analogues in the steppe zone of the Lower Bug region and North-Western Crimea included more than 150 determinations. It has been established that the carbon protective capacity of the soil, which takes into account the proportion of particles < 0.02 mm in size, naturally increases from virgin soils to old fallow soils and young fallows in both regions, but this capacity in all soil variants is higher in Crimean soils. The influence of long-term agropedogenesis is reflected in the fact that agro-soils during long-term farming are characterized by an increase in the proportion of particles from the coarse and finer dust fraction, which is reflected in the increased carbon protective capacity of post-antique deposits. The joint influence of differences in bioclimatic conditions, soil granulometric composition and duration of farming on the content and qualitative characteristics of organic matter in postagrogenic steppe soils on the territory of two ancient Greek agricultural zones of the Northern Black Sea region was determined. It has been shown that the carbon sequestration potential of steppe soils is most significantly determined by the proportion of particles 0.05-0.01 mm in size.

Key words: steppe soils, fallow lands of different periods, soil organic carbon, soil carbon protective capacity.

Введение. Разнообразие траекторий процесса ренатурации нарушенных земель первоначально определяется особенностями отдельных типов ренатурационных геосистем (постагрогенных [1], постселитебных [2], а также различных объектов историко-археологического наследия (курганы, фортификационные сооружения) [3, 4]). За XX век подавляющая часть оставленных сельскохозяйственных угодий претерпела трансформацию в залежные земли, ставшие ареной формирования постагрогенных экосистем под влиянием запуска механизма природных процессов в своеобразной климатической обстановке [5, 6, 7]. Масштабные процессы автогенных сукцессий на образовавшихся залежах в степной зоне правомерно оценивать, как уникальный эксперимент по самовосстановлению потенциала степных экосистем [5]. Основными компонентами постагрогенных экосистем, быстро

реагирующими на смену экологических условий, являются почвы и растительность, которые, хотя и воспроизводятся взаимоувязано, но проходят разные пути онтогенетического развития – по сущности процессов, длительности, стадиальности, влияния на них прошлых и меняющихся условий среды [7]. В молодых экосистемах при разнообразии возможных траекторий рецентного почвообразовательного процесса их оптимальные варианты во многом детерминированы субстратно-фитоценотическими условиями и, в особенности, такими предпосылками развития автогенных сукцессий, как стартовые условия, внешнее окружение и климатические пульсации [8].

Как показали результаты многолетних исследований степей Северного Причерноморья [9, 10], типчаково-ковыльные ассоциации коренного облика воспроизводят в надземном и подземном (0-20 см) ярусах в среднем за год 12 т/га растительного вещества, которое обеспечивает приход гумуса 2,4-2,5 т/га в год. В условиях целины в 2,5 раза больше растительного вещества поступает за счет корневого отпада, чем в результате поверхностного опада [11]. Скорость разложения надземной фитомассы трех основных агроботанических групп (разнотравье, бобовые, злаки) выше, чем подземной фитомассы в 1,2-4,3 раза [12]. Ежегодно в гумусово-аккумулятивном горизонте почв степной зоны полной трансформации подвержено 7 т/га корневой массы, что обеспечивает ежегодное поступление около 2 т/га гумуса. Примечательно, что в ходе залежной сукцессии в первую очередь восстанавливаются видовой состав фитоценоза и запасы почвенного органического вещества, свойственные зональным целинным почвам, а наиболее медленно формируется структура фитомассы подземного яруса [13]. Однако, как показано ранее [14], длительностью сукцессии не снимаются сохраняющиеся и через несколько тысячелетий различия в продуктивности, обусловленные онтогенетической зрелостью почв или их агрогенной преобразованностью. К настоящему времени накоплено большое количество данных о стадиях автогенных сукцессий у постагрогенных экосистем по длительности ренатурационных процессов, приближающихся к квазиклимаксу. Тем не менее, остается мало изученным феномен формирования залежей с многовековым режимом зацелинения в степной зоне для понимания закономерностей достижения равновесного состояния экосистем этого типа, прежде всего, их почвенной подсистемы, в конкретных биоклиматических условиях.

Цель исследования состояла в изучении особенностей формирования содержания и качественных характеристик органического вещества в различных по гранулометрическому составу почвах, относящихся к разновременным залежам и их целинным аналогам, в двух древнеземледельческих районах степной зоны Северного Причерноморья.

Методы. Содержание органического вещества (ОВ) в почве определяли по методу Тюрина (ГОСТ 26213-2021), общего азота в почве по ГОСТ Р 58596-2019; групповой состав гумуса – по методике Пономаревой-Плотниковой в модификации 1968 года. Гранулометрический состав почвы определяли двумя методами: методом пипетки с обработкой пирофосфатом натрия и на лазерном дифракционном анализаторе размера частиц *Analysette 22 MicroTec* (Германия, *Fritsch GmbH*). Углеродпротекторная емкость почвы (Carbon Protection Capacity, *CPC,* гСкг$^{-1}$), которая была рассчитана по авторским данным с учетом доли гранулометрических фракциях пыли и глины с размером частиц <0,02 мм [15], обозначена как CPC-1, а по формуле, учитывающей минералогический состав и долю частиц <0,05 мм [16] как CPC-4.

При количественном обосновании биоэнергетической системы общностей (парагенетических семейств почв и растительности) в зональном распределении ландшафтов предложено [17] рассчитывать годовую величину климатических затрат энергии на почвообразование (Q, МДж/м^2 год$^{-1}$) по формуле, авторская запись которой была нами приведена к единицам СИ:

$$Q = R \cdot exp(-1{,}23 \cdot \frac{R^{0,73}}{P}),$$

где R – радиационный баланс, МДж/м^{2}год$^{-1}$; P – годовая сумма осадков, мм.

Объекты исследования. Нижнее Побужье это интересный исследовательский полигон для изучения сформировавшихся здесь долговременных залежей после окончания античного этапа землепользования на территории сельской округи Ольвии – античного полиса с тысячелетней историей (VI в. до н.э. – IV в.н.э.). Территория, занятая ольвиополитами под сельскохозяйственные угодья с ярко выраженной специализацией на производство зерна, могла достигать 70-78 тыс. га, а с V по III вв. до н.э. землепользование было территориально устойчивым, так как регламентировалось упорядоченной системой земельных наделов [18].

Исследования в Северо-Западном Крыму проводили на территории Евпаторийско-Сакского физико-географического района и на Тарханкутской возвышенной равнине, которые отличались по длительности истории земледелия в античную эпоху. Вблизи Евпатории функционировала с начала последней трети VI в. до н.э. и до II в. до н.э. сельскохозяйственная округа Керкинитиды. А на Тарханкуте в конце третьей четверти IV в. до н.э. стала формироваться дальняя хора Херсонеса Таврического, где длительность земледелия вблизи отдельных агарных центров различалась, но была значительно меньше, чем у Керкинитиды. Линейное расстояние от Ольвии, расположенных к юго-востоку от нее крупных аграрных центров Северо-Западного Крыма, таких как Калос-Лимен и Керкинитида, составляет 150 км и 200 км соответственно. Нижнее Побужье (правобережье Бугского лимана) это регион, где от широты города Николаева к югу на протяжении 40 км сменяют друг друга чернозёмы южные слабогумусово-аккумулятивные пылевато-тяжелосуглинистые на лессовых породах, чернозёмы южные солонцеватые того же гранулометрического состава, а в приморской зоне – темно-каштановые низкогумусово-аккумулятивные средне- и тяжелосуглинистые почвы. На территории Равнинного Крыма чернозёмы южные и темно-каштановые почвы представлены инверсионно: сухостепная подзона расположена к северу от южностепной подзоны. По массовым данным крупномасштабного картографирования почв Нижнего Побужья с выполнением агрохимических анализов в 1961-1963 гг. чернозёмы южные среднесуглинистые и легкоглинистые в слое 0-20 см содержали от 3,5% до 4,1% гумуса, темно-каштановые средне- и тяжелосуглинистые почвы в аналогичном слое содержали 2,8-2,9% гумуса. Эти различия гумусированности обусловлены, прежде всего, гидротермическими условиями двух почвенных подзон. В степной зоне Крымского полуострова чернозёмы южные на лессовых породах, преимущественно тяжелосуглинистые, содержат в верхнем горизонте не более 3% гумуса, а в аккумулятивном горизонте темно-каштановых почв содержание гумуса находится в диапазоне 2,0-2,9%.

Очевидно, что процессы ренатурации проходили в разновременных постагрогенных почвах в различных биоклиматических обстановках. Согласно почвенно-географическому районированию [19], оба региона относятся к южной степи, однако Нижнее Побужье – это часть умеренно-континентальной восточноевропейской почвенно-климатической фации, тогда как территория Северо-Западного Крыма входит в состав теплой понтической южноевропейской почвенно-климатической фации. Характерная особенность климата Нижнего Побужья – это значительные колебания атмосферных осадков в отдельные годы. Так, по данным наблюдений метеостанции Очаков (37 м над у.м.) с 1877 г. был зафиксирован минимум осадков – 218 мм (1911 г.) и максимум – 599 мм (1930 г.), тогда как обобщение по временному ряду за послевоенные годы (до 1959 г.) показало среднегодовую величину 327 мм [20]. Однако в более поздний климатический период при направленном увеличении теплообеспеченности отмечался общий рост увлажнения. Так, за период 1961-1990 гг. средняя годовая сумма осадков по мтс. Очаков составляла уже 491 мм, но за период 1991-2021 гг. (Climate-Data.org) она снизилась на 62 мм (до 429 мм) при средней годовой температуре воздуха 11,7°С (ранее за норму принималась величина 9,9°С). Анализ погодичного варьирования метеопараметров с помощью определения основной тенденции временного ряда (*meteoblue.com/ru/climate-change*) показал, что за последние 40 лет (1979-2023 гг.) средняя годовая температура увеличилась по тренду с 9,6 до 12,2°С, а среднее годовое количество осадков снизилось по тренду с 462 до 422,5 мм. Таким образом, величина Q в приморской зоне Нижнего Побужья не превышает 972 МДж/м^{2}год$^{-1}$, а к северу увеличивается до 1030 МДж/м^{2}год$^{-1}$.

По метеостанции Евпатория (11 м над у.м.) нормой годовой суммы осадков считалась величина 358 мм (с колебаниями сумм по экстремальным годам в 2,5 раза), при средней годовой температуре 10,6°С [21], что определяло величины климатических затрат энергии на почвообразование (Q) 1000-1100 МДж/м^{2}год$^{-1}$. Анализ погодичного варьирования метеопараметров с помощью определения основной тенденции временного ряда (*meteoblue.com/ru/climate-change*) показал, что за последние 40 лет (1979-2023 гг.) средняя годовая температура увеличилась по тренду с 10,9 до 13,4°С, а среднее годовое количество осадков снизилось с 424 до 388 мм. Поэтому климатические затраты энергии на почвообразование в современных условиях находятся в диапазоне от 900 до 1000 МДж/м^{2}год$^{-1}$.

Результаты. Оценка углероддепонирующего потенциала для различных по генезису и антропогенной трансформации почв является ключевым вопросом в решении задачи регулирования почвенной секвестрации углерода. Количество стабилизированного и

защищенного от разложения почвенного органического вещества (ОВ) характеризует углеродпротекторную емкость почвы (*СРС*). Физико-химические взаимодействия ОВ с минеральными частицами почвы, особенно при наличии значительного резерва в почве частиц пыли и глины, – это механизм наиболее надежной стабилизации углерода и его длительной сохранности на сотни лет [22]. Поэтому содержание органического углерода (Сорг) в гранулометрических фракциях пыли и глины с размером частиц <0,02 мм можно считать мерой СРС [15], как и по доле тонкодисперсной фракции минерально-ассоциированного ОВ – частиц <0,05 мм, что было обосновано в более поздней работе [16]. По авторским данным, при анализе распределения гранулометрических фракций по профилю модальных почв установлено, что теснота связи суммы частиц <0,05 мм с суммой частиц <0,02 мм составляет 0,965.

В границах степной зоны по градиенту меридиональности изменяется не только биоклиматический потенциал, но и углеродпротекторная емкость почв, что обусловлено различиями их гранулометрического состава. Считается [23], что каждый генетический тип почвы помимо системы генетических горизонтов характеризуется определяемыми особенностями органопрофиля и содержания гумуса в нем, которое зависит от гранулометрического состава. В этой связи предложен относительный показатель для типологического сравнения педогенеза – коэффициент профильного накопления гумуса (КПНГ) как соотношение между содержанием гумуса и физической глины (долей частиц <0,01 мм) во всем профиле [23]. Для чернозёмов южных величина КПНГ находится в диапазоне 0,045-0,055, а для темно-каштановых почв варьирует от 0,035 до 0,045, а при использовании модификации КПНГ (по соотношению между содержанием гумуса и физической глины в слое 0-30 см, отнесенному к 10 % последней) эти различия отражаются величинами 0,55-0,66 и 0,45-0,53 соответственно. При сравнении почв степной зоны было показано, что между чернозёмами обыкновенными и темно-каштановыми почвами углеродпротекторная емкость почвы, рассчитанная по методам [15, 16], отличается на 10 г $Скг^{-1}$ почвы [22] из-за более низкого содержания у почв сухостепной зоны фракции частиц <0,05 мм и <0,02 мм (на 29% и 26% соответственно).

Тип эпюры распределения Сорг по профилю почв имеет важное значение для оценки улерододепонирующей способности всей почвенной толщи. При условии однородности материнских пород колебания распределении гранулометрических фракций в почвенных профилях до глубины 1,5-2 м можно почти всецело отнести на счёт педогенных процессов, таких как внутрипочвенное оглинивание, лессиваж и их совместное проявление в пахотных почвах и др. При этом наиболее существенное варьирование отмечается для фракций <0,001 мм и <0,0001 мм [24]. Почвы, испытавшие длительные и/или значительные агрогенные нагрузки, отличаются по типу профильного распределения Сорг от своих зональных аналогов. Если математическое описание вертикальной дифференциации Сорг в почвах под целиной и лесом наиболее адекватно соответствует экспоненциальному одностороннему распределению, то для профиля длительно используемых в земледелии почв подходит нормальное одностороннее распределение [25].

Обоснование меры СРС по содержанию фракций, начиная от крупной пыли и мельче, как это предложено в работах [15, 16], опирается на результаты обобщения широкой выборки по разным типам почв, их местоположений и видам хозяйственного использования. Важно отметить, что при анализе связи содержания Сорг с углеродпротекторной емкостью почв в трансзональном разрезе [22] во всех подтипах черноземов отмечалось превышение Сорг над величинами СРС в 1,2-1,5 раза, что объясняется более высокой ролью в этих почвах иных механизмов сохранения углерода, в числе которых назовем, прежде всего, формирование макро- и микроагрегатов. Так, при обосновании структуры «гранулометрического показателя структурности» ($Р_С$) А.Ф. Вадюниной было отмечено [26, с. 62], что для гумусных почв следует, прежде всего, учитывать те частицы, которые принимают активное участие в коагуляции (ил и большую часть мелкой пыли, т.е. фракции частиц <0,005 мм). И потому при расчете показателя структурности ($Р_С$) содержание указанной фракции соотносится с долей частиц более крупной размерности (средней и крупной пыли, т.е. частиц >0,005 мм, но <0,05 мм).

Рассмотрим выше представленные предложения по учету фракций различной размерности в более узком географическом аспекте, применительно к черноземам и темно-каштановым почвам степной зоны. Обобщение исходных данных [27] по опорным разрезам степной зоны (n=19) показывает, что теснота связи между содержанием Сорг и долей фракций <0,005 мм несколько выше, чем с долей фракций <0,05 мм (r=0,48 и 0,46 соответственно). Однако при этом особенно важно отметить, что в диапазоне изменения Сорг от 1 до 3,5% при увеличении

доли частиц размерностью <0,05 мм от 90 % и выше наблюдается положительный тренд в депонировании минерально-ассоциированного органического вещества (углерода) *(рисунок 1)*.

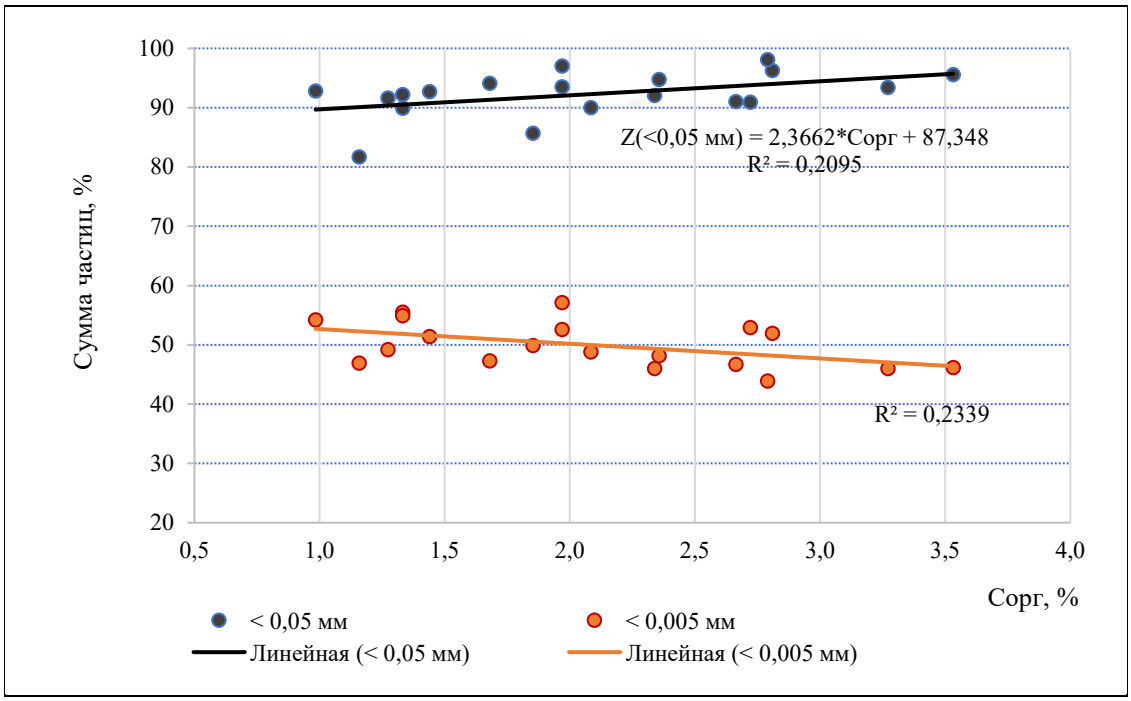


Рисунок 1. Изменение содержания Сорг по мере увеличения суммы фракций <0,05 мм и <0,005 мм в почвах степной зоны.

В этой связи характерно, что по этим же данным между содержанием Сорг и величинами гранулометрического показателя структурности (P_C) установлена отрицательная (обратная) регрессия, которая выражается уравнением: Сорг= $-0,0225P_C+4,7984$ (при величине достоверности аппроксимации $R^2=0,428$). С учетом того, что между содержанием Сорг в почвах степной зоны (Сорг=2,15±0,39% (P=0,95))) и долей частиц размером 0,05-0,01 мм (Z=32,2±2,8% (P=0,95)) устанавливается довольно надежная степенная зависимость вида: $Сорг=0,0025Z^{1,9332}$ (при величине достоверности аппроксимации $R^2=0,734$), можно считать, что частицами этого диапазона во многом определяется углерододепонирующий потенциал степных почв.

Результаты многолетних исследований содержания ОВ в постагрогенных горизонтах почв разновременных залежей и соответствующих (по глубине) слоях целинных аналогов *(таблица 1)* позволяют увидеть характерные особенности формирования количества и качества ОВ, обусловленные биоклиматическими различиями двух регионов степной зоны Северного Причерноморья. Определение класса гранулометрического состава, основанное на данных метода пипетки Н.А. Качинского, предполагает использование содержания физической глины, т.е. суммы частиц <0,01 мм, тогда как зарубежные классификации (USDA/FAO, ISSS, SSEW) основаны на определении частиц размером <0,02 мм. Однако между содержанием суммы частиц <0,02 мм и <0,01 мм установлена высокая теснота связи. Данные, представленные в *таблице 1*, показывают, что в гранулометрическом составе доля физической глины – ФГ (частиц <0,01 мм) различается, как между изучаемыми регионами степной зоны, так и между членами агросерий почв.

Во всех членах агросерий почв Северо-Западного Крыма содержание Сорг выше (от 15 до 36 относительных %), чем в агросерии почв Нижнего Побужья. Это обусловлено двумя причинами. Во-первых, с различиями величин климатических затрат энергии на почвообразование в двух изучаемых регионах (от 28 до 70 МДж/м^{2}год$^{-1}$). Более благоприятные биоклиматические условия на территории Северо-Западного Крыма по сравнению с сухостепной зоной в Нижнем Побужье отражаются в гор. А эталонных почв в более высокой их гумусированости, в высокой обогащенности гумуса азотом при определенной фульватизации, что отражается в гуматно-фульватном типе гумуса. Во-вторых, хотя доля частиц <0,01 мм и углеродпротекторная емкость почвы (СРС-1) закономерно увеличивается от целинных почв к старозалежным почвам и молодым залежам в обоих регионах, однако у крымских почв эта ёмкость во всех вариантах почв выше. Особенности углеродпротекторной ёмкости

постагрогенных почв свидетельствуют о том, что агропочвы длительного земледельческого использования изменяют свой гранулометрический состав с наиболее заметным увеличением доли частиц размерностью, начиная с фракции крупной пыли и мельче.

Таблица 1

Обобщенные данные по содержанию и качественным характеристикам органического вещества в горизонте А агросерий почв степной зоны Нижнего Побужья и Северо-Западного Крыма

Почвы / Показатели:	Целина	Залежь (n·100 лет)	Залежь (n·10 лет)
	Нижнее Побужье		
Сорг (среднее), %	2,07	1,80	1,44
Сорг ($\bar{X} \pm t_{05} S\bar{x}$), %	1,86÷2,29	1,61÷1,99	1,14÷1,74
Сорг (n)	17	22	16
C:N	9,4	8,4	7,9
$C_{ГК}$:$C_{ФК}$	2,9	2,6	2,2
ФГ, %	34	43	48
СРС-1, г С кг$^{-1}$	21,8	25,4	27,8
Показатели:	Северо-Западный Крым		
Сорг (среднее), %	2,43	2,80	1,98
Сорг ($\bar{X} \pm t_{05} S\bar{x}$), %	2,22÷2,65	2,54÷3,05	1,72÷2,25
Сорг (n)	27	54	17
C:N	7,3	8,8	9,0
$C_{ГК}$:$C_{ФК}$	0,99	1,4	1,6
ФГ, %	44	46	54
СРС-1, г С кг$^{-1}$	25,9	27,0	30,4

Вероятно, как более значительной степенью выпаханности, диагностируемой по степени дегумусирования почв, так и спецификой биоклиматических условий, можно объяснить больший разрыв между содержанием Сорг у постагрогенных почв, недавно пахавшихся и их местными эталонами, в Побужье, если сравнивать с объектами в Крыму. Не только в лесостепных почвах, как это показано ранее на примере эволюционного тренда серых лесных почв к черноземам [28], наблюдается процесс проградации пахотных почв, что отражается в росте их гумусированности во времени, но и, в определённых условиях, этот процесс может проявляться и в степных почвах. Примечательно, что старозалежные почвы Северо-Западного Крыма более гумусированные, чем их целинные аналоги. Помимо более высокой эффективности процессов ренатурации в длительном залежном режиме (при инертности целинных почв на климатическую изменчивость), также внесли свой вклад унаследованные признаки проградации старопахотных почв. Так, при изучении агроземов, различающихся длительностью земледельческой нагрузки почв в сельскохозяйственной округе Керкинитиды, было установлено, что старопахотные почвы отличались более высокими значениями бонитета (на 5-6 баллов) по сравнению с почвами нового периода освоения.

Путем обобщения данных, накопленных автором в результате почвенно-генетических исследований в Северо-Западном Крыму, получена выборка из определений Сорг>0,6% и соответствующих данных гранулометрического состава, включая долю фракции <0,05 мм, необходимой для расчёта углеродпротекторной ёмкости (СРС-4) по уравнению [16]. Эти результаты представлены в виде эмпирической зависимости и её аппроксимации в виде экспоненты на *рисунке 2.*

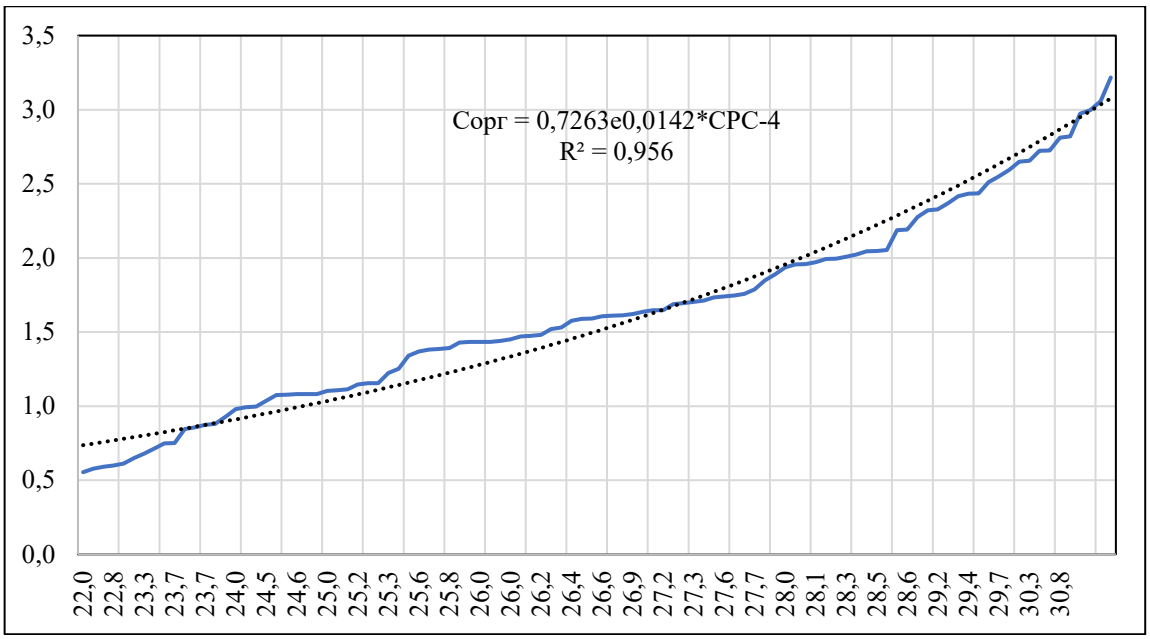


Рисунок 2. Интегральная кривая зависимости содержания органического углерода (Corг) в почвах Северо-Западного Крыма от углеродпротекторной ёмкости по уравнению [16], учитывающему долю гранулометрических частиц <0,05 мм (CPC-4).

Статистическая обработка анализируемой совокупности (n=97) показала, что на 95%-ном уровне вероятности средние величины Corг и CPC-4 находятся в интервале 1,64±0,13 (1,5÷1,8)% и 26,50±0,43 (26,1÷26,9) г С $кг^{-1}$ почвы соответственно. При общем характере экспоненциальной зависимости содержания органического углерода от углеродпротекторной ёмкости почв, представленной на *рисунке 2*, наиболее значительные темпы роста содержания Corг (от 2 и более %) наблюдаются при увеличении величины углеродпротекторной ёмкости CPC-4 от 28 г С $кг^{-1}$ почвы.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-17-00169, https://rscf.ru/project/23-17-00169/.

Список литературы

1. Лисецкий Ф.Н., Смекалова Т.Н., Маринина О.А. Биогеохимические особенности разновременных залежей в степной зоне // Сибирский экологический журнал. 2016. № 3. С. 436-448. http://dx.doi.org/ 10.15372/SEJ20160314.

2. Артищев В.Е. Роль постселитебных геосистем в восстановлении связности экологических сетей // Региональные геосистемы. 2020. Т. 44. № 4. С. 474-482.

3. Лисецкий Ф.Н., Голеусов П.В., Судник-Войциковская Б., Мойсиенко И.И. Особенности микрозонального распределения почв и растительности по катенам курганных сооружений // Сибирский экологический журнал. 2014. Т. 21. № 3. С. 373-388.

4. Рябинина Н.О. Историко-культурные ландшафты и развитие природоохранного каркаса степей юго-востока Русской равнины // Вопросы степеведения. 2019. № 15. С. 273-276.

5. Левыкин С.В., Чибилев А.А., Казачков Г.В., Яковлев И.Г., Грудинин Д.А. Проблемы восстановления зональных степных экосистем на постцелинном пространстве России и Казахстана // Степной бюллетень. 2013. № 37. С. 5-8.

6. Brosseder U., Miller B. K. 5 The Eurasian Steppe: Local Agents and their Participation in Global Networks //Handbook of Ancient Afro-Eurasian Economies: Volume 3: Frontier-Zone Processes and Transimperial Exchange. 2023. P. 271-293.

7. Нечаева Т.В. Залежные земли России: распространение, агроэкологическое состояние и перспективы использования (обзор) // Почвы и окружающая среда. 2023. Т. 6. № 2. e215. http://dx.doi.org/ 10.31251/pos.v6i2.215.

8. Лисецкий Ф.Н., Голеусов П.В. Эколого-почвенные исследования для целей ренатурации нарушенных земель // Генезис, география и экология почв: Сб. науч. тр. Междунар. конф., Львов, 16-18 сентября 1999 года. Львов: Львовский государственный университет им. Ивана Франко, 1999. С. 180-182.

9. Лисецкий Ф.Н. Оценка влияния антропогенного фактора на интенсивность процесса гумусообразования в почвах степной зоны Причерноморья // Повышение эффективности использования

удобрений и плодородия почв в Украинской ССР: Тез. докл. конф., г. Харьков, октябрь 1985 г.). Харьков: Национальный научный центр институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского, 1985. С. 123-124.

10. Лисецкий Ф.Н. Периодизация антропогенно обусловленной эволюции степных экосистем // Экология. 1992. № 5. С. 17-25.

11. Лисецкий, Ф. Н. Особенности трансформации растительного вещества степных экосистем // Фундаментальные исследования. 2012. № 3-2. С. 245-249.

12. Жуйкова Т.В., Гордеева В.А., Тюрькина Е.А. О скорости разложения надземной и подземной фитомассы травянистых растений разных агроботанических групп // Современные проблемы естественных наук и фармации: сб. статей Всерос. науч. конф., Йошкар-Ола, 16-20 мая 2022 года. Вып. 11. Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2022. С. 163-165.

13. Титлянова А.А., Шибарева С.В. Изменение чистой первичной продукции и восстановление запасов углерода в почвах залежей // Почвоведение. 2022. № 4. С. 500-510. https://doi.org/10.31857/S0032180X2204013X.

14. Лисецкий Ф.Н. Автогенная сукцессия степной растительности в постантичных ландшафтах // Экология. 1998. № 4. С. 252-255.

15. Hassink J. The capacity of soils to preserve organic C and N by their association with clay and silt particles // Plant and Soil. 1997. Vol. 191. P. 77-87. https:doi.org/10.1023/A:1004213929699.

16. Six J., Conant R.T., Paul E.A., Paustian K. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils // Plant and Soil. 2002. Vol. 241. P. 155-176. https:doi.org/10.1023/A:1016125726789.

17. Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования. М.: Наука, 1974. 126 с.

18. Крыжицкий С.Д., Буйских С.Б., Бураков А.В., Отрешко В.М. Сельская округа Ольвии. Киев: Наукова думка, 1989. 240 с.

19. Чернозёмы СССР (Украина). М.: Колос, 1981. 256 с.

20. Агроклиматический справочник по Николаевской области. Л.: Гидрометеоиздат, 1959. 104 с.

21. Климатический атлас Крыма / Приложение к научно-практическому дискуссионно-аналитическому сборнику «Вопросы развития Крыма». Симферополь: Таврия-Плюс, 2000. 120 с.

22. Когут Б.М., Семенов В.М. Оценка насыщенности почвы органическим углеродом // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020. Вып. 102. С. 103-124. https:doi.org/10.19047/0136-1694-2020-102-103-124.

23. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. Коефіцієнт відносної акумуляції гумусу – об'єктивний діагностичний показник еколого-генетичного статусу ґрунтів // Вісник аграрної науки. 2001. Спец. Випуск, липень 2001. С. 32-38.

24. Скрябина Э.Е. Гранулометрия и коллоиды // Почвы Молдавии. Т. 1. Кишинев: Штиинца, 1984. С. 96-107.

25. Махлин Т.Б., Поляк З.И., Шилихина И.И., Энтензон М.М. Математическая модель профильного распределения гумуса в почве // Почвоведение. 1981. № 6. С. 27-37.

26. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.

27. Атлас почв Украинской ССР. Под ред. Н.К. Крупского и Н.И. Полупана. Киев: Урожай, 1979. 160 с.

28. Бек А.Н. Исследование гумусированности почв в агрохронорядах с использованием наземных средств и данных дистанционного зондирования Земли // Региональные геосистемы. 2022. Т. 46. № 2. С. 210-222. https:doi.org/10.52575/2712-7443-2022-46-2-210-222.

УДК 502.5:502.211:55(470.630)(23)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-737-746

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ СТЕПНОГО РЕФУГИУМА ЗАПАДНЫХ ОТРОГОВ СТАВРОПОЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

NATURAL CONDITIONS OF THE STEPPE REFUGIUM OF THE WESTERN SPURS OF THE STAVROPOL UPLAND

Литвинская С.А.[1,2]
Litvinskaya S.A.[1,2]

[1]Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия
[2]Южный Федеральный Университет, Ростов-на-Дону, Россия
[1]Kuban State University, Krasnodar, Russia
[2]Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

E-mail: Litvinsky@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема сохранения степных рефугиумов в Западном Предкавказье в пределах Краснодарского края. Особое внимание уделено характеристике западных отрогов Ставропольской возвышенности. Это единственный компактный рефугиум значительный по площади, сохранившийся в пределах Краснодарского края. Территория относится к провинциям Кубанских разнотравно-злаковых степей (область Азово-Кубанской низменности) и Ставропольской лесостепной (область Ставропольской возвышенности). Район исследований относится к 08 биому – Temperate Grasslands, Savannas, Shrublands – Умеренные луга, саванны и кустарниковые степи. Экологический регион: PA0814 – Pontic steppe – Понтийская (причерноморская) степь. В ландшафтном отношении на территории западных отрогов Ставропольской возвышенности выделен ряд ландшафтных структур: разнотравно-дерновинно-злаковый степной ландшафт водоразделов и склонов, Западно-Ставропольский равнинно-холмистый денудационно-аккумулятивный злаковый и разнотравно-злаковый степной ландшафт, предгорно-равнинный степной ландшафт злаковых степей, Равнинный эрозионно-аккумулятивный холмистый степной ландшафт. Уникальной особенностью степного ландшафта являются выходы скальных мшанковых известняков на кромке Ставропольского плато в Успенском районе – остатки древнего Сарматского моря. Внутренняя дифференциация растительного покрова определяется характером рельефа, почвами, микроклиматом. Степи представлены различными типологическими вариациями дерновиннозлаковых с доминированием *Festuca, Stipa* и *Eremurus spectabilis* M. Bieb., ковыльно-бородачевые (*Bothriochloa ischaémum* (L.) Keng.), разнотравно-дерновиннозлаковых с доминированием *Adonis vernalis* L., *Paeonia tenuifolia*, *Dictamnus albus* L. [*Dictamnus caucasicus* (Fisch. & C.A. Mey.) Grossh], петрофитных с *Psephellus annae* Galuschko [в конспекте флоры *Psephellus marschallianus* (Spreng.) C. Koch] вид впервые указывается для региона, *Astragalus demetrii* Charadze, *Astragalus calycinu*s M. Bieb., *Thymus marschallianus* Willd. и *Scutellaria polyodon* Juz. и др. Растительный покров и весь природный комплекс требует глубокого изучения, мониторинга и сохранения.

Ключевые слова: Степной биом, отроки Ставропольской возвышенности, Западное Предкавказье, природные условия, растительность.

Abstract. The article examines the problem of preserving steppe refugia in the Western Ciscaucasia within the Krasnodar Territory. This is the only compact refugium of significant area preserved within the Krasnodar Territory. The territory belongs to the provinces of the Kuban forb-grass steppes (region of the Azov-Kuban lowland) and the Stavropol forest-steppe (region of the Stavropol upland). Particular attention is paid to the characteristics of the western spurs of the Stavropol Upland. The research area belongs to biome 08- Temperate Grasslands, Savannas, Shrublands Temperate grasslands, savannas and shrub steppes. Ecological region: PA0814 – Pontic steppe – In landscape terms, a number of landscape structures have been identified on the territory of the western spurs of the Stavropol Upland: forb-turf-cereal steppe landscape of watersheds and slopes, West Stavropol plain-hilly denudation-accumulative cereal and forb-grass steppe landscape, foothill-plain steppe landscape of cereal steppes, Plain erosion-accumulative hilly steppe landscape. A unique feature of the steppe landscape is the outcrops of rocky bryozoan limestone on the edge of the Stavropol plateau in the Uspensky region - the remains of the ancient Sarmatian Sea. Internal differentiation of vegetation cover is determined by the nature of the relief, soils, and microclimate. The steppes are represented by various typological variations of turfgrass with dominance *Festuca, Stipa* и *Eremurus spectabilis* M. Bieb., feather grass-bearded grass (*Bothriochloa ischaémum* (L.) Keng.), forb-turfgrass with dominance *Adonis vernalis* L., *Paeonia tenuifolia, Dictamnus albus* L. [*Dictamnus caucasicus* (Fisch. & C.A. Mey.) Grossh], petrophytic with *Psephellus annae* Galuschko [*Psephellus marschallianus* (Spreng.) C. Koch] species recorded for the region for the first time, Astragalus demetrii Charadze, Astragalus calycinus M. Bieb., Thymus marschallianus Willd. and Scutellaria polyodon Juz. etc. The vegetation cover and the entire natural complex require in-depth study, monitoring, and conservation.

Key words: Steppe biome, youths of the Stavropol Upland, Western Ciscaucasia, natural conditions, vegetation.

Введение. Растительность западных отрогов Ставропольской возвышенности в пределах Краснодарского края последние 10 лет привлекает внимание ученых. Для Краснодарского края, где практически степной биом Западного Предкавказья исчез, указанный район является единственным крупным массивом сохранившейся степной экосистемы. Здесь уже был учрежден небольшой государственный природный биологический (ботанический) заказник регионального значения «Степной» (постановление главы администрации (Губернатор) Краснодарского края от 05.08.2021, № 453) и природная рекреационная зона «Успенские соляные озера» (постановление главы администрации (Губернатор) Краснодарского края от 22.07.2022, № 500). Учитывая биосферную функцию степей и значимость их сохранения в пределах Западного Предкавказье, учеными был поднят вопрос о необходимости выделения дополнительных кластеров для сохранения ковыльно-дерновинных, дерновинно-разнотравных и кустарниковых вариантов степей в регионе. Сохранившиеся степные рефугиумы в Западном Предкавказье фрагментарны, удалены друг от друга и незначительны по площади. Здесь было выделено несколько степных памятников природы: Степи севера Кубани – долины р. Ея с включением «Картушина балка», «Урочище Алексеевское», «Урочище Шевченко», «Шкуринские балки реки Еи», «Урочище Новомихайловское»); Целинные степи кургана Близнецы, горы Боюр-Гора и балки Общественной; Урочище Коваленкова Бага: система балок с останцами целинной степи в долине р. Чекупс; Байрачные дубравы и злаково-разнотравные степи берега реки Лабы. Степи отрогов Ставропольской возвышенности («Успенская степь») – единственный компактный рефугиум значительный по площади, сохранившийся в пределах Краснодарского края, и было решено рассмотреть вопрос о степном заказнике кластерного типа [1].

Материал и методы. При изучении растительного покрова района исследований применяли маршрутно-экспедиционный метод. На изучаемой территории закладывалась сеть маршрутов по вертикали и горизонтали, относительно равномерно покрывающих весь изучаемый участок и захватывающих максимально разнообразные биотопы. Исследование флоры и растительности проводилось по общепринятым флористическим и геоботаническим методикам *(рисунок 1)*, что позволило выявить флору и важнейшие черты растительного покрова. Для установления таксонов, их биологии и экологии использовались определители и региональные флоры [2-7].



Рисунок 1. Описание растительности методом пробных площадей.

Обсуждение и результаты. Район исследований согласно физико-географическому районированию входит в Ставропольский округ провинции Среднего Предкавказья [8]. Согласно физико-географическому районированию В.А. Шальнева [9] территория относится к провинциям Кубанских разнотравно-злаковых степей (область Азово-Кубанской низменности) и Ставропольский лесостепной (область Ставропольской возвышенности). Согласно орографической схеме Западного Кавказа в районе исследований соприкасаются правобережья Западно-Кубанской равнины и Ставропольское поднятие [10] *(рисунок 2)*.

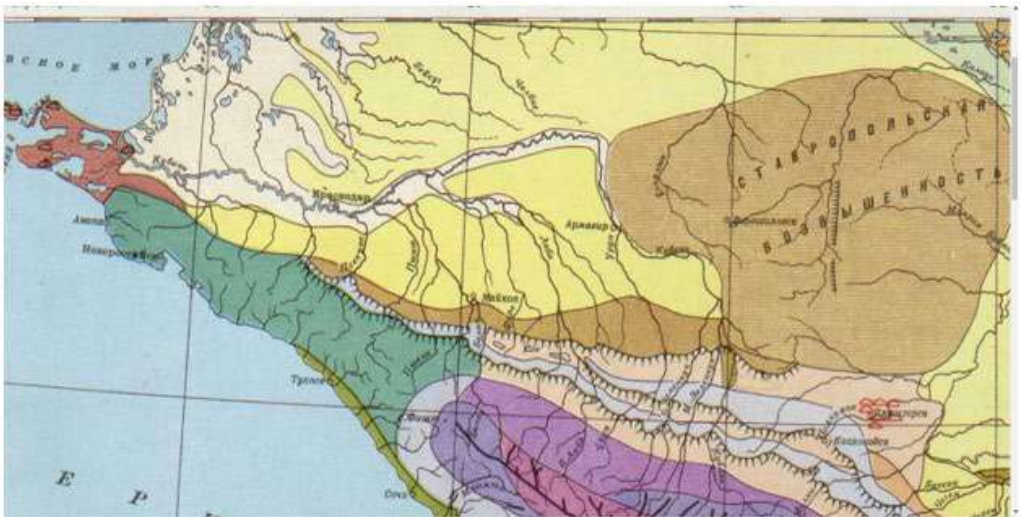


Рисунок 2. Геоморфологическая карта Кавказа (фрагмент, [11]).

Согласно схеме геоморфологического районирования Северного Кавказа район исследований входит в: Страна Русская равнина; Провинция Предкавказских равнин, Области: Азово-Кубанская аккумулятивная равнина и Ставропольская возвышенность Подобласти: Ставропольское структурно-денудационное плато; Аккумулятивно-эрозионные равнины западных склонов Ставропольской возвышенности [12].

Согласно классификации Всемирного фонда дикой природы (WWF) территория России находится в палеарктической экологической зоне и включает 8 биомов и 47 экологических регионов. Район исследований относится к 08 биому – Temperate Grasslands, Savannas, Shrublands – Умеренные луга, саванны и кустарниковые степи. Экологический регион: PA0814 – Pontic steppe – Понтийская (причерноморская) степь *(рисунок 3)*.

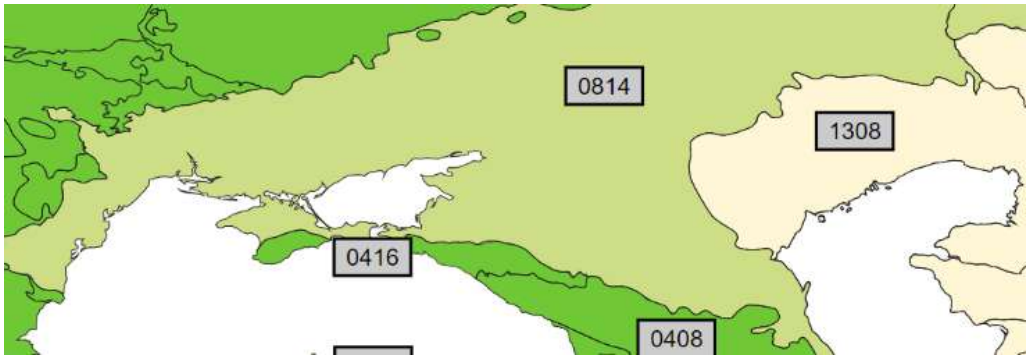


Рисунок 3. Карта биомов и экорегионов (WWF Wild Finder) [13].

На карте биомов России исследованная территория относится к Причерноморско-Предкавказскому степному биому, Крымско-Причерноморскому (дерновиннозлаковые степи) географическому варианту. Площадь биома 19,3 тыс.км^2. Территориально в Предкавказскую часть биома входят Кубано-Приазовская низменность, низменные равнины в междуречье рр. Маныч-Челбас и часть Ставропольской возвышенности [14].

В ландшафтном отношении на территории западных отрогов Ставропольской возвышенности выделен ряд ландшафтных структур [15]. Дифференциация ландшафта связана с различными природно-территориальными комплексами (урочищами) обусловленными проявлениями мезоморфных форм рельефа: балки, склоны, западины, вершины. Выделены:

– разнотравно-дерновиннозлаковый степной ландшафт водоразделов и склонов на эолово-деллювиальных лессовидных суглинках светло-желтых с погребенными почвами, на карбонатных среднемощных эродированных черноземах с проявление экзогенных процессов (сильная и очень сильная ветровая эрозия и слабая водная эрозия, интенсивная плоскостная денудация на склонах) *(рисунок 4)*;



Рисунок 4. Ковыльная степь водоразделов Ставропольского поднятия.

– Западно-Ставропольский равнинно-холмистый денудационно-аккумулятивный злаковый (ковыльно-типчаковый) и разнотравно-злаковый степной ландшафт на лессовидных суглинках, подстилаемых осадочными породами плиоцена, на структурно-денудационных междолинных плато и на склонах с эрозионно-денудационными оврагами и оползнями *(рисунок 5)*;



Рисунок 5. разнотравно-злаковый степной ландшафт на склонах с эрозионно-денудационными оврагами и оползнями.

– предгорно-равнинный степной ландшафт злаковых степей на черноземах нижнечетвертичной террасы, сложенной аллювиальными отложениями, и пойменных террасах Кубани *(рисунок 6)*;



Рисунок 6. Предгорно-равнинный степной ландшафт злаковых степей.

– равнинный эрозионно-аккумулятивный холмистый степной ландшафт сложенный эолово-деллювиальными лессовидными суглинками и элювиальными четвертичными отложениями со значительным эрозионным расчленением в восточной правобережной части Новокубанского и Успенского административных районов с урочищами: структурно-денудационные междолинные плато с черноземами обыкновенными малогумусными сверхмощными; эрозионно-денудационные с оврагами и оползнями на склонах, сложенных глинами и суглинками со злаковыми степями на черноземах обыкновенных и в отдельных местах на солонцах и почвах крутых склонов и днищ балок. Экзогенные процессы в пределах ландшафта представлены оползнями, эрозионными процессами временных водотоков, интенсивной плоскостной денудацией *(рисунок 7)*.



Рисунок 7. Равнинный эрозионно-аккумулятивный холмистый степной ландшафт.

Для Ставропольской возвышенности основной тектонической структурой является эпигерцинская Скифская плита, территориально соответствующая Предкавказью. Скифская плита в геоморфологическом отношении представляет собой молодую (эпипалеозойскую) платформенную равнину, прилегающую к Большому Кавказу. Ставропольская возвышенность с геологической точки зрения представляет собой классический пример комплекса осадочных минералов и горных пород, возникших в условиях моря и суши.

Уникальной особенностью степного ландшафта являются выходы скальных мшанковых известняков на кромке Ставропольского плато в Успенском районе – остатки древнего Сарматского моря, которое существовало 10-14 млн лет назад, оставив после себя Черное, Каспийское, Азовское и Аральское моря. Массивные скальные выходы с крупными окаменелыми

структурами расположены над х. Новенький, сверху покрыты накопившимся плодородным слоем с растительностью. Наличие известняков мшанок говорит о том, что глубина моря была не более 50 м, так как для их жизнедеятельности вода должна быть достаточно прогрета солнцем. Выходы скальных известняков мшанковых построек наблюдаются почти на всей протяженности кромки Ставропольского плато в границах Успенского района *(рисунок 8)* [16]. Юго-западные отроги Ставропольского плато имеют уклон на северо-запад. Наивысшая абсолютная отметка правобережья р. Кубани равна 596 м. Юго-западной границей отрогов Ставропольского плато и района Прикубанской степи является правый берег р. Кубани, представляющий собой крутой, со стороны долины реки, увал, возвышающийся над ней на 273 м (ст. Николаевская). На этом увале в рельефе выделяются высокие округлые горы (Бекет, Тупоносая, Круглый камень и др.), представляющие собой останцы мшанковых известняков.

Климат сухой умеренно-континентальный. Характерной особенностью климата является жаркое лето и умеренно холодная зима. Весна теплая и продолжительная, но возврат заморозков довольно частое явление. Район относится к зоне неустойчивого увлажнения. Осадков выпадает 300-550 мм в год. Специфической особенностью климата является наличие ветровой зоны Армавирского коридора, известного наиболее продолжительными и интенсивными пыльными бурями, а вся зона относится к району очень сильного действия эоловых процессов. Армавиро-Невинномысский ветровой коридор называют вторым – после Маркотхского перевала – полюсом ветров. Армавирский ветер достигает скорости 40 м/сек, ветры скоростью 20 м/сек отмечаются 70 раз в году, чаще всего зимой. Длительность ветра – 10 дней. Из-за поднятой пыли видимость снижается до 50 м. Максимальное число ветреных дней в году достигает 80–100, особенно в районе Армавира при силе 61 м/сек [17].

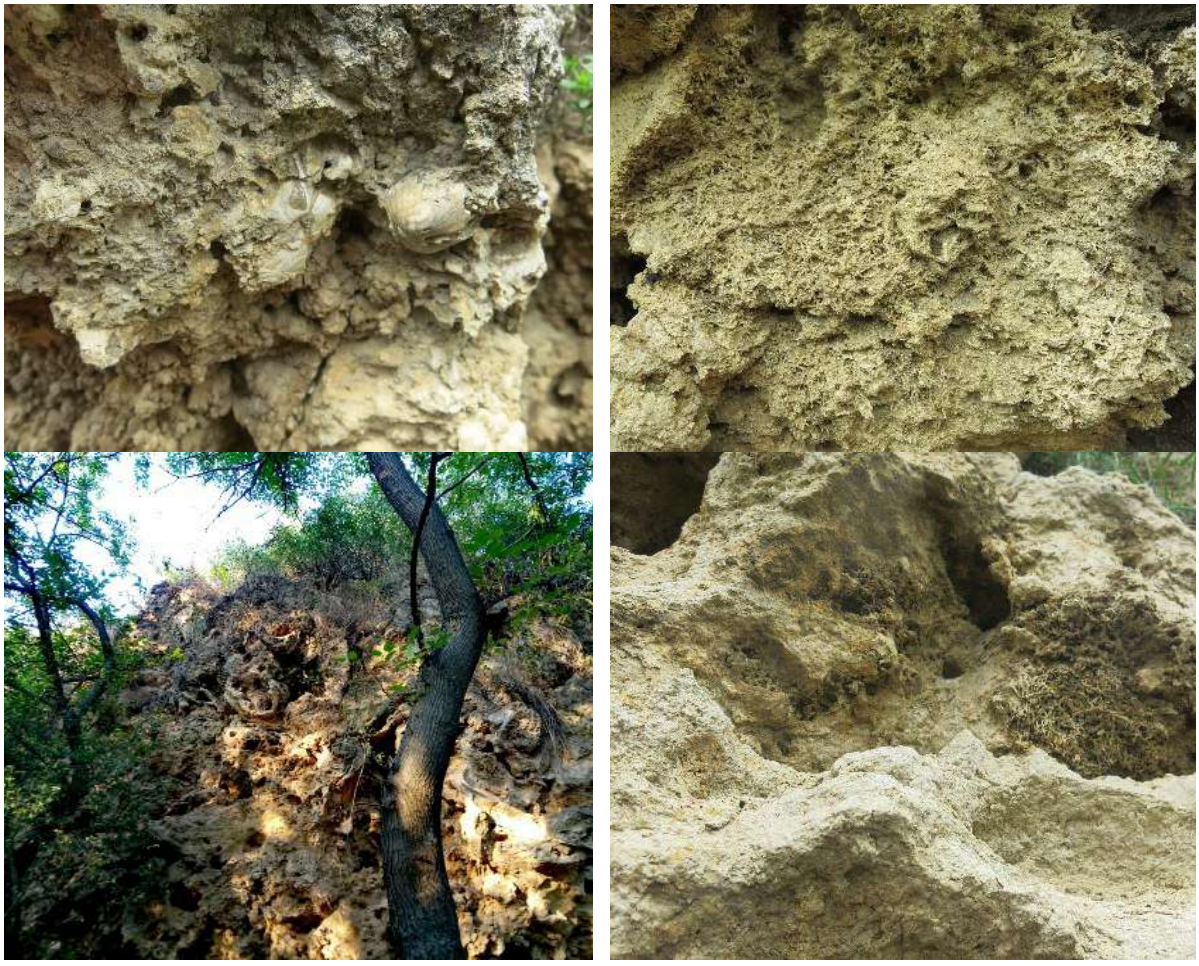


Рисунок 8. Выходы скальных известняков мшанковых построек на территории Западных отрогов Ставропольской возвышенности.

На уровне рассматриваемого степного региона проявляются глобальные климатические изменения: увеличивается дестабилизация климата (чередование периодов сильнейших засух и

обильных ливневых дождей, низких и высоких температур). По данным С.А. Антонова, в регионе увеличивается количество дней с атмосферной засухой и контрастность увлажнения вегетационного периода. Наряду с высокой пространственной изменчивостью осадки обладают также исключительно высокой временной изменчивостью. Например, в зоне неустойчивого увлажнения за последние 30 лет по метеостанции Невинномысск разрыв в количестве годовых осадков в первое десятилетие составил 251 мм (631 и 380 мм), во второе – 374 мм (836 и 462 мм) и в последние 10 лет – 510 мм (947 и 437 мм) [18].

Почвообразующие породы – сильнокарбонатные суглинки, залегающие на делювии известняков или известняковых песчаников. Почвы по мощности гумусового горизонта приближаются к типичным мощным, а по наличию карбонатов в верхней части гумусового горизонта или даже с поверхности – к южным черноземам. Наряду с карбонатными черноземами здесь распространены выщелоченные солонцеватые. По сведениям Т.Ф. Бочко (личное сообщение) почвы в Успенском районе: чернозем обыкновенный (карбонатный) солончаковый сильноэродированный среднесуглинистый на продуктах выветривания карбонатных пород, злаково-разнотравные степи *(рисунки 9 а, б)* и дерново-карбонатная очень теплая известняковая тяжелосуглинистая, ковыльно-разнотравные степи *(рисунок 10)*.



Рисунок 9 а. Чернозем обыкновенный (карбонатный) солончаковый сильноэродированный среднесуглинистый на продуктах выветривания карбонатных пород (Т.Ф. Бочко, окр. с. Убеженское).



Рисунок 9 б. Скопления солей в профиле чернозема обыкновенного (карбонатного) солончакового сильноэродированнового среднесуглинистого на продуктах выветривания карбонатных пород.



Рисунок 10. Дерново-карбонатная очень теплая известняковая тяжелосуглинистая (Успенский район, на северо-восток от с. Конаково, на северо-запад от п. Западный, Т.Ф. Бочко).

Растительный покров западных отрогов Ставропольской возвышенности носит экотонный характер, находясь на стыке растительности Восточно-Европейской равнины и Кавказской горной страны. Он выделяется флористическим составом, типом степной растительности, генезисом, связанным с Кавказским экорегионом. Для флоры характерна удивительная пестрота флоро-генетических элементов: сочетание бореальных, переднеазиатских, средиземноморских и кавказских в комплексе с евразиатскими степными и туранскими пустынными элементами [19-21].

Растительность отрогов Ставропольской возвышенности приближается к растительности предгорий Северного Кавказа. Причерноморско-Предкавказскому степному биому, Крымско-Причерноморскому (дерновиннозлаковые степи) географическому варианту. Причерноморско-Предкавказский степной биом относится к подзоне северных разнотравно-дерновиннозлаковых степей, восточнопричерноморским разнотравно-типчаково-ковыльным степям с участием дерновинных злаков: ковыль украинский, ковыль узколистный, ковыль перистый, ковыль

Лессинга (*Stipa ucrainica* P.A. Smirn., *S. tirsa* Steven, *S. pennata* L., *S. capillata* L., *S. lessingiana* Trin. et Rupr.), типчак (*Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin), тонконог крупноцветковый (*Koeleria macrantha* (Ledeb.) Schult.), *Bromopsis riparia* (Rehmann) Holub, обилием разнотравья: *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, *Astragalus demetrii* Charadze, *Eryngium campestre* L., *Falcaria vulgaris* (Wib.) Asches., *Ferulago galbanifera* (Mill.) W.D.J. Koch, *Vincetoxicum hirundinaria* Medik.), бассия (*Bassia prostrata* (L.) Beck., *Glycyrrhiza glabra* L., *Marrubium peregrinum* L., *Centaurea solanitana* Vis., *Paeonia tenuifolia* L., *Ziziphora capitata* L., *Galatella villosa* (L.) Rchb. f., *Medicago romanica* Prodan, *Salvia nutans* L., *Euphorbia stepposa* Zoz. ex Prokh.) и др.) и встречаемостью кустарников *Prunus mahaleb* L., *Prunus tenella* Batsch, *Prunus spinosa* L., *Caragana frutex* (L.) C. Koch, *Caragana mollis* (DC.) Bess., *Rhamnus pallasii* Fisch. et Mey.

Современный растительный покров отрогов Ставропольской возвышенности чрезвычайно мозаичен [22]. Внутренняя дифференциация растительного покрова определяется характером рельефа, почвами, микроклиматом. Степи представлены различными типологическими вариациями дерновиннозлаковых с доминированием типчака, ковылей и *Eremurus spectabilis* M. Bieb., ковыльно-бородачевых (*Bothriochloa ischaémum* (L.) Keng.), разнотравно-дерновиннозлаковых с доминированием *Adonis vernalis* L., *Paeonia tenuifolia*, *Dictamnus albus* L. [*Dictamnus caucasicus* (Fisch. & C.A. Mey.) Grossh], петрофитных *(рисунок 11)* с *Psephellus annae* Galuschko [в конспекте флоры *Psephellus marschallianus* (Spreng.) C. Koch] вид впервые указывается для региона *(рисунок 12)*, *Astragalus demetrii* Charadze, *Astragalus calycinus* M. Bieb., *Thymus marschallianus* Willd. и *Scutellaria polyodon* Juz. *(рисунок 13)*, карагановo-разнотравных с *Caragana frutex* и *C. mollis*, жестеро-ковыльно-разнотравных сообществ с *Rhamnus pallasii.* Эталонные сообщества сохранились на платообразных вершинах, денудационных склонах, меньше на возвышенных экотопах в нижних участках склонов. На пологих склонах при движении к р. Кубани степи сменяются остепненными разнотравными луга с *Filipendula vulgaris* Moench., *Fragaria viridis* Duch., *Malabaila graveolens* (Spreng.) Hoffm. и другим разнотравьем. На территории можно встретить фрагменты солончаковых лугов с *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. и *Limonium platyphyllum* Lincz.



Рисунок 11. Петрофитная степь.



Рисунок 12. *Psephellus annae* Galuschko [в конспекте флоры *Psephellus marschallianus* (Spreng.) C. Koch], вид впервые указывается для региона.



Рисунок 13. *Scutellaria polyodon* Juz. – типичный представитель петрофминых степей региона.

По оврагам, лощинам, временным водотокам произрастают кустарниковые и древесно-кустарниковые сообщества (*Swida australis* (C.A. Mey.) Pojark. ex Grossh, *Ulmus minor* Mill., *Rhamnus cathartica* L., *Ligustrum vulgare* L., *Crataegus microphylla* C. Koch) в сочетании с небольшими участками гидрофильной растительности. Отмечено произрастание *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Malus orientalis* Uglitzk., *Pyrus caucasica* Fed., *Elaeagnus angustifolia* L.

Самым характерным типом растительности отрогов Ставропольской возвышенности в пределах Краснодарского края являются дерновинные ковыльно-типчаково-разнотравные степи. Это единственный сохранившийся рефугиум в пределах Краснодарского края, который необходимо сохранить. Растительный покров требует глубокого изучения и мониторинга.

Благодарность. *Благодарю Т.Ф. Бочко, доцента кафедры геоэкологии и природопользования за предоставленную информацию по почвам.*

Список литературы

1. Литвинская С.А. Заповедная природа Кубани. Ростов-на-Дону, 2023. 448 с.

2. Косенко И.С. Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья. М.: Колос, 1970. 614 с.

3. Галушко А.И. Флора Северного Кавказа. Определитель: в 3-х т. Ростов н/Д., 1978. Т. 1. 318 с.; Ростов н/Д., 1980. Т. 2. 351 с.; Ростов н/Д., 1980. Т. 3. 328 с.

4. Конспект флоры Кавказа: в 3 т. / Отв. ред. А.Л. Тахтаджан. Т. 1 / под. ред. Ю.Л. Меницкого, Т.Н. Поповой. СПб., 2003. 204 с.; Т. 2 / под. ред. Ю.Л. Меницкого, Т. Н. Поповой. СПб., 2006. 467 с. Т. 3 (1) / под. ред. Ю.Л. Меницкого, Т. Н. Поповой, Г. Л. Кудряшовой, И.В. Татанов. СПб., 2009. 469 с.

5. Иванов А.Л. Конспект флоры Российского Кавказа (сосудистые растения). Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2019. 341 с.

6. Литвинская С.А. Типологическая и биогеографическая характеристика флоры Западного Предкавказья и Западного Кавказа: Phylum Magnoliophyta: Classis Liliopsida. Монография. М.: Наука, 2019. Т. 2 (1). 560 с.

7. Литвинская С.А. Таксономическая и биогеографическая характеристика флоры Западного Предкавказья и Западного Кавказа Phylum Magnoliophyta: Classis Liliopsida, Family Poaceae. Краснодар, 2021. Т. 2 (2). 540 с.

8. Гвоздецкий Н.А., Смагина Т.А. Физико-географическое районирование // Природные условия и естественные ресурсы. Изд-во Ростовского ун-та, 1986. С. 300-339.

9. Шальнев В.А. Современные ландшафты Ставропольского края. Ставрополь, изд-во СГУ, 2002. 228 с.

10. Физическая география Краснодарского края. Учебное пособие / под ред. А.В. Погорелова. Краснодар, 2000. 188 с.

11. Геоморфологическая карта Кавказа. Масштаб 1:3000000. 1937 г. // Большой советский атлас мира. Том 1 / Редакторы (общ. ред.): Горкин А.Ф., Шмидт О.Ю., Мотылев В.Е., Никитин М.В., Шапошников Б.М.; Научно-издательский институт Большого Советского Атласа Мира (БСАМ) при ЦИК СССР. 1937.

12. Сафронов И. Н. Геоморфологическое районирование // Природные условия и естественные ресурсы. Изд-во Ростовского ун-та, 1986. С. 69-74.

13. Карта биомов и экорегионов (WWF Wild Finder) [Western_palearctic_biomes_(with_labels).svg, дата обращения 23.01.2024].

14. Огуреева Г. Н., Микляева И. М., Мучник Е.Э., Урбанавичюс Г.П., Федосов В.Э., Хляп Л.А., Кузиков И.В., Липка О.Н. // Биоразнообразие биомов России. Равнинные биомы / под ред. Г.Н. Огуреевой. М.: ФБГУ «ИГКЭ», 2020. С. 466-489.

15. Тюрин В.Н., Мищенко А.А., Морева Л.А. Ландшафтное районирование территории Краснодарского края: особенности морфологической и экологической структуры ландшафтов // Географические исследования Краснодарского края: Сб. науч. трудов / Отв. ред. А. В. Погорелов. Краснодар, 2005. С. 68-77.

16. Годзевич Б.Л. Минералы, горные породы и окаменелости Ставропольского края // Материалы науч.- практ. конф. Ставрополь: Изд-во «Вестник Кавказа», 2006. С. 73-75.

17. Восточные ветры на юге Европейской территории СССР (ЕТС) и на Северном Кавказе. [https://komimeteo.ru/encyclopedia/termin515.html].

18. Антонов С.А. Изменение агроклиматического районирования территории Ставропольского края для повышения агроландшафтов // Агрономия и лесное хозяйство. 2017. 4/4. С. 8-11.

19. Шифферс Е.В. Растительность Северного Кавказа и его природные кормовые угодья. М.; Л., 1953. 399 с.

20. Литвинская С.А. Биогеографическая специфика степей Западного Предкавказья и Северо-Западного Закавказья // Степи Северной Евразии: Материалы VII Междунар. симпозиума / Под ред. А.А. Чибилева. Оренбург: ИС УрО РАН, Печатный дом «Димур», 2015. С. 481-484.

21. Литвинская С.А. Флористическое разнообразие исчезающего степного биома Западного Предкавказья и Северо-Западного Закавказья // Труды XI съезда Русского Ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире». Т. 1. Махачкала, 2018. С. 154-158.

22. Литвинская С.А. Ценотическое разнообразие степей северо-западной части Большого Кавказа // Бот. вестник Северного Кавказа. 2017. № 3. С. 48-58.

УДК 504.062
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-747-751

ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ ПРАКТИК

APPROACHES TO MODELING SUSTAINABLE LAND USE BASED ON AGROFORESTRY PRACTICES

Лобковская Л.Г.
Lobkovskaya L.G.

Институт географии Российской академии наук, Москва, Россия
Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: l.g.lobkovskaya@igras.ru

Аннотация. В контексте развития предложенной ранее в [1] концепции оценки устойчивого землепользования (УЗП), в статье рассматриваются методические подходы, используемые на начальном этапе оценки. Они включают рассмотрение по выделяемым параметрам особенностей рассматриваемой территории – описания и систематизации ее природных и социально-экономических особенностей, а также последовательности анализа применяющихся на ней практик.

В качестве тестовой территории рассмотрена юго-западная часть лесостепной зоны Приволжской возвышенности. Проведен анализ тестового объекта в соответствии с перечнем параметров моделей УЗП – потенциал земель и неблагоприятные воздействия (актуальные и потенциальные). Выявлены основные негативные процессы, характерные для тестового объекта – эрозия почв, переувлажнение и др. Определен тип, характер и цели применяемых «вегетационные» практик.

Представленные результаты показали возможность практического применения концепции оценки устойчивого землепользования для описания агролесомелиоративных практик. Типизация землепользования и качественная оценка рассмотренных практик позволит на следующем этапе исследования перейти к оценке их эффективности. Это позволит провести моделирование параметров УЗП с учетом особенностей исследуемой территории и характеристик применяемых в ее границах практик.

Ключевые слова: устойчивое землепользование, УЗП, практики землепользования, моделирование УЗП.

Abstract. In the context of the development of the concept of evaluation of sustainable land management (SLM) proposed by [1], the article discusses the methodological approaches used at the initial stage of evaluation. They include consideration of the peculiarities of the studied area according to its parameters: description and systematization of its natural and socio-economic features, as well as the sequence of analysis of the applied practices.

The southwestern part of the forest-steppe zone of the Volga Upland was selected as a test area. An analysis of the site was carried out in accordance with the list of parameters of the SLM models – land potential and adverse impacts (actual and potential). The main negative processes of the site were identified, such as soil erosion and waterlogging. The type, nature and goals of the “vegetative” practices used are determined.

The presented results demonstrate the possibility of practical application of the concept of the SLM evaluation to describe reclamation practices in agriculture and forestry. Classification of land use and qualitative assessment of the considered practices at the next stage of the study will make it possible to continue with assessing the effectiveness of the identified practices and to model the parameters of the SLM, taking into account the characteristics of the territory under study and the characteristics of the practices used within its boundaries.

Key words: sustainable land management, SLM, land use practices, modeling SLM.

Введение. Концепция устойчивого землепользования (УЗП) появилась на рубеже 1980-90-х годов XX-го века и была определена на Саммите ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г. Понятие «Sustainable Land Management» (устойчивое землепользование) переводится на русский язык по-разному в различных литературных источниках. В общем случае считается, что устойчивое землепользование объединяет «практики» (технологии, способы, методы, подходы и конкретные мероприятия), направленные на интеграцию социально-экономических принципов с экологическими проблемами, с тем чтобы одновременно: поддерживать или увеличивать производство или объем и качество услуг (производительность); снизить уровень производственного риска (безопасность); защищать потенциал природных ресурсов и предотвращать ухудшение качества почвы и воды (защита); быть экономически жизнеспособным (жизнеспособность); и социально приемлемым

(приемлемость) [2]. В качестве источника сведений по эффективным практикам землепользования Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием рекомендует использовать WOCAT – глобальную базу данных эффективных практик [3].

Материалы и методы. Как отмечается в [1], несмотря на значительное количество исследований в области УЗП, эта концепция и ее методология все еще находятся в состоянии развития, в частности, остается неясным как определять «устойчивость» практик землепользования, нет четко определенных объектов и предмета исследования, нет общепринятых классификаций и группировок, методов исследования практик УЗП.

Методической основой для разработки подходов к моделированию устойчивого землепользования на основе агролесомелиоративных практик в данном исследовании послужили подходы к типологии объектов землепользования, представленные в [1, 4]. Для оценки практик УЗП предлагается рассматривать следующие параметры: потенциал земель и неблагоприятные воздействия (актуальные и потенциальные). Возможности описания практик с целью их классификации по данному алгоритму были рассмотрены для тестовой территории на примере агролесомелиоративных практик.

Объектом исследования являлась юго-западная часть лесостепной зоны Приволжской возвышенности в пределах Ковылкинского района Республики Мордовия, исходные данные по тестовой территории представлены в [5-9].

Рассматриваемая территория характеризуется умеренно континентальным климатом с теплым летом и умеренно суровой зимой. Рельеф преимущественно представляет собой слабо холмистую равнину. Преобладают хвойные, смешанные и широколиственные леса. Основными лесообразующими породами являются сосна, дуб, берёза, осина, липа. В составе лесов района доминируют мягколиственные породы, что связано с интенсивной рубкой хвойных лесов. Лесистость территории в среднем 15-20%.

Распространены все типы почв с преобладанием серых лесных и черноземов, порядка 10% занимают пойменные почвы. Земли сельскохозяйственного назначения (пашня, пастбища, сенокосы) составляют порядка 65-70% от общей площади территории, среди них преобладает пашня с основной зерновой специализацией растениеводства.

Основные негативные процессы, влияющие на качество земель: эрозия почв, переувлажнение, заболачивание, подтопление, загрязнение и захламление земель.

Результаты исследований и их обсуждение. В развитие алгоритма, предложенного в [1], общий набор параметров (с учетом их иерархии) при моделировании практик УЗП можно свести к следующему *(таблица 1)*:

1. «Потенциал земель», включающий «Природный потенциал» (отражающий собственно «Ресурсный потенциал» и «Способность к самовосстановлению») и «Расширенный антропогенный потенциал» (отражающий «Антропогенные улучшения» и «Достаточность социально-экономических условий»).

2. «Актуальные неблагоприятные воздействия», включающий «Природные процессы и явления» и «Процессы и явления, вызванные человеческой деятельностью».

3. «Потенциальные неблагоприятные воздействия», включающий «Природные риски» и «Антропогенные риски».

Таблица 1

Результаты анализа тестового объекта по параметрам моделей УЗП

Параметр	Оценка параметра
1.Потенциал земель 1.1. Природный (ресурсный) потенциал	
Базовое состояние	Умеренный. Соотношение тепла и влаги в целом удовлетворительное. Возможны как засушливые, так и избыточно увлажненные периоды
Рекомендуемые приоритеты	Восстановительные. Поддержание баланса экосистем
Рекомендуемые мероприятия (практики)	Восстановление утерянных насаждений (посадка деревьев) Поддержание состояния имеющихся насаждений
1.2. Способность к самовосстановлению	

Параметр	Оценка параметра
Базовое состояние	Средняя. Природный потенциал способствует самовосстановлению при восстановительных мероприятиях
Рекомендуемые приоритеты	Восстановительные. Поддержание баланса
Рекомендуемые мероприятия (практики)	Поддержание состояния полезащитных полос, включая восстановительные мероприятия
1.3. Антропогенные (инфраструктурные) улучшения	
Базовое состояние	Инфраструктура развита на достаточном уровне для текущего уровня сельхозпроизводства
Рекомендуемые приоритеты	Поддержание баланса. Восстановительные
Рекомендуемые мероприятия (практики)	Поддержание инфраструктурных объектов в удовлетворительном состоянии
1.4. Достаточность социально-экономических условий	
Базовое состояние	Приоритеты расставлены в рамках руководящих документов (стратегия социально – экономического развития, генеральный план и др.)
Рекомендуемые приоритеты	Поддержание и расширение потенциала (создание локальных возможностей и привлечение инновационных технологий)
Рекомендуемые мероприятия (практики)	Локальное тестирование эффективных агротехнологий
2. Неблагоприятные актуальные воздействия 2.1. Природные процессы и явления	
Базовое состояние	Водная эрозия почв, зарастание сельскохозяйственных угодий кустарником и мелколесьем, переувлажнение, подтопление и заболачивание.
Рекомендуемые приоритеты	Восстановительные. Поддержание баланса
Рекомендуемые мероприятия (практики)	Посадка деревьев с целью закрепления почв на берегах реки Создание полезащитных полос Посадка деревьев на склонах и оврагах
2.2. Процессы и явления, вызванные человеческой деятельностью	
Базовое состояние	Эрозия почв. Истощение почв. Сбитость и закочкаренность кормовых угодий
Рекомендуемые приоритеты	Восстановительные
Рекомендуемые мероприятия (практики)	Создание полезащитных полос Оптимизация нагрузки на кормовых угодьях
3. Неблагоприятные потенциальные воздействия (риски) 3.1. Природные риски	
Базовое состояние	Периодически – засухи, переувлажнение. Локально – эрозия почв
Рекомендуемые приоритеты	Восстановительные, поддержание баланса, адаптационные и адаптационные
Рекомендуемые мероприятия (практики)	Агролесомелиоративные противоэрозионные мероприятия
3.2. Антропогенные риски	
Базовое состояние	Эрозия почв. Истощение почв. Сбитость и закочкаренность кормовых угодий
Рекомендуемые приоритеты	Поддержание баланса, стимулирование способности к самовосстановлению
Рекомендуемые мероприятия (практики)	Создание полезащитных полос Распространение практик, сглаживающих негативные эффекты от антропогенных рисков

Анализ тестовых объектов по параметрам моделей УЗП позволяет рассмотреть природное состояние территории, оценить ее изменения в результате антропогенного

воздействия, выявить основные риски и в соответствии с данной информацией, рекомендовать мероприятия для поддержания и улучшения состояния территории.

Для рекомендации конкретных практик, сочетание которых позволит разработать наиболее оптимальную модель землепользования, на тестовой территории были выявлены и оценены по предлагаемым параметрам применявшиеся на данной территории практики. Выявленные практики отнесены к «вегетационным» мероприятиям, т.е. проводимых с применением растительности. Основные параметры практик, применяемых на тестовой территории при агролесомелиорации земель с целью устойчивого сельскохозяйственного землепользования приведены в *таблице 2*.

Таблица 2

Список практик, применяемых на тестовой территории

Наименование практики (группы практик)	Цель	Характер воздействия	Тип воздействия
Вегетационные (с применением растительности) мероприятия			
Посадка деревьев с целью закрепления почв на берегах реки Мокши	Цель – поднятие грунтовых вод к поверхности земли и поддержание их на высоком уровне, предотвращение заиления реки. Для данной территории рекомендуется использовать ольху, эффективно закрепляющую аллювиальные (пойменные) почвы, а также поддерживающую уровень грунтовых вод и, как следствие уровень воды в реке	Прямой, косвенное	Местный, региональный
Создание полезащитных полос	Цель – снижение скорости ветра, предотвращение смыва почв, сохранение почвенной влаги на полях, смягчение последствий засухи	Прямой	Местный
Посадка деревьев на склонах и оврагах	Цель – замедление и предотвращение эрозионных процессов, снижение скорости ветра, сохранение почвенной влаги на прилегающих сельскохозяйственных угодьях	Прямой	Местный

Заключение. Представленные результаты показали возможность практического применения предлагаемого алгоритма. Типизация землепользования и качественная оценка рассмотренных практик позволяет оценить параметры УЗП с учетом особенностей исследуемой территории и характеристик применяемых в ее границах практик. Полученные результаты позволят сформулировать подходы к созданию моделей УЗП, обосновывающих оптимальный набор практик (технологий) для устойчивого землепользования.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания ИГ РАН FMWS-2022-0001.

Список литературы

1. Andreeva O.V., Lobkovsky V.A., Kust G.S., Zonn I.S. The Concept of Sustainable Land Management: Modern State, Models and Typology Development // Arid Ecosystems. 2021. Vol. 11. P. 1-10. DOI: 10.1134/S2079096121010029.

2. Куст Г.С., Андреева О.В., Зонн И.С., Лобковский В.А., Суслова С.Б., Лобковская Л.Г., Непесов М.Д., Хазиахметова Ю.А. Деградация земель, опустынивание и устойчивое землепользование: концепции и терминология / под ред. Г.С. Куста. Москва: изд-во МАКС Пресс, 2024. 214 с.

3. WOCAT Database. 2020. [Электронный ресурс]. URL: https://www.wocat.net/en/global-slm-database (дата обращения: 24.01.2024).

4. Куст Г.С., Андреева О.В., Лобковский В.А., Костовска С.К. Методические подходы к разработке типологии моделей устойчивого землепользования // Экология урбанизированных территорий. 2019. № 3. С. 34-40.

5. Стратегия социально-экономического развития Ковылкинского муниципального района на 2018-2025 годы. [Электронный ресурс]. URL: https://kovilkino13.ru/2372.html (дата обращения: 24.01.2024).

6. Генеральный план городского поселения Ковылкино Ковылкинского муниципального района Республики Мордовия, 2018. [Электронный ресурс]. URL: http://admkovilkino.ru/generalnyj-plan/ (дата обращения: 24.01.2024).

7. Беляева А.В. Анализ сельскохозяйственного землепользования в Республике Мордовия с применением ГИС-технологий [Электронный ресурс] // Огарев-online. 2021. № 10. URL: https://journal.mrsu.ru/arts/analiz-selskoxozyajstvennogo-zemlepolzovaniya-v-respublike-mordoviya-s-primeneniem-gis-texnologij (дата обращения: 24.01.2024).

8. Каверин А.В., Василькина Д.Н., Резаков Г.Р., Вдовин Е.С., Гераськин М.М. Сельскохозяйственная экономия и опыт ее применения в практике земельного ландшафтного планирования в Республике Мордовия // Проблемы региональной экологии. 2018. № 5. С. 180-186.

9. Спирин В.А. Жизнь моя-лес. Саранск: Мордов. кн. изд-во, 1999. 136 с.

УДК 504.052
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-752-757

ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИНДИКАТОРЫ ОЦЕНКИ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

GLOBAL AND REGIONAL INDICATORS FOR ASSESSING LAND DEGRADATION

Лобковский В.А., Куст Г.С., Андреева О.В.
Lobkovskiy V.A., Kust G.S., Andreeva O.V.

Институт географии Российской Академии наук, Москва, Россия
Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: v.a.lobkovskiy@igras.ru

Аннотация. В настоящее время глобальные индикаторы оценки деградации земель разработаны на основе концепции нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ). Они используются для оценки достижения ЦУР по задаче 15.3 на уровне стран. Систему оценки составляют индикатор ЦУР «Доля деградированных земель от общей площади земель» и индикаторы НБДЗ – динамика наземного покрова, динамика продуктивности земель, динамика запасов почвенного углерода.

Трудности расчета значений данных индикаторов для России связаны с отсутствием временного ряда наблюдений по данным показателям в системе государственного мониторинга земель. Верификация данных глобальных баз данных также показала их недостаточную достоверность для расчета на региональном и местном уровне.

В статье предложен подход, который позволяет соотнести и адаптировать глобальные и национальные индикаторы для оценки деградации земель в России. Представлен алгоритм формирования национальной структуры индикаторов деградации земель. На основе анализа правовых актов выделены национальные показатели оценки деградации земель. Представлены возможные региональные индикаторы для замены и верификации значений глобальных индикаторов ЦУР и НБДЗ. Рассмотрены возможности использования региональных показателей земельного учета для оценки изменения качественного состояния земель.

Ключевые слова: нейтральный баланс деградации земель, НБДЗ, индикатор ЦУР, деградация земель.

Abstract. At present, global indicators for land degradation assessment are based on the concept of land degradation neutrality (LDN). They are applied to assess the achievement of SDG target 15.3 at the regional and country level. The set of indicators includes the SDG 15.3.1 indicator "Proportion of land that is degraded over total land area" and LDN proxy indicators – dynamics of land cover, dynamics of land productivity, dynamics of soil carbon stocks.

Difficulties in measuring these indicators for Russia are associated with the lack of a time series of observations for these indicators in the state land monitoring system. Verification of data from global databases also demonstrates their insufficient reliability for calculations at the regional and local levels.

The article proposes an approach that helps to co-adapt global and national indicators for assessing land degradation in Russia. An algorithm for forming a national structure of land degradation indicators is presented. Based on the analysis of legal acts, national indicators for assessing land degradation are identified. Possible regional indicators are presented to replace and validate the values of the global LDN indicators. The possibilities of using regional land indicators are considered to assess changes in the state of lands.

Key words: land degradation neutrality, LDN, SDG indicator, land degradation.

Введение. По ряду глобальных оценок [1] деградационные процессы затрагивают уже более 75% наземного покрова планеты, что способствует не только возрастанию нагрузки и ухудшению состояния экосистем и земельных ресурсов, но и непосредственно влияет на снижение благосостояния более чем 1,5 миллиардов человек. По данным ФАО [2], деградации подвержено более 34% сельскохозяйственных земель, а в условиях изменения климата и усиливающихся засух их число ежегодно увеличивается как минимум на 12 млн га продуктивных земель.

Единый и согласованный подход для оценки количественных и качественных характеристик деградации земель на глобальном уровне появился при разработке задачи ЦУР 15.3: «К 2030 году бороться с опустыниванием, восстанавливать деградированные земли и почвы, в том числе земли, затронутые опустыниванием, засухой и наводнениями, и стремиться к достижению нейтрального баланса деградации земель» [3]. Под нейтральным балансом

деградации земель (НБДЗ) понималась «… такое состояние, при котором объем и количество земельных ресурсов, необходимых для поддержания экосистемных функций и услуг, и усиления продовольственной безопасности, остаются стабильными или же увеличиваются в конкретно определенных временных и пространственных масштабах и экосистемах» [4].

Следующим этапом стало утверждение индикатора «доля деградированных земель от общей площади земель», оценивающего достижение отдельными странами и регионами целей по задаче ЦУР 15.3.1 [5] и методологии его расчета на основе глобальных субиндикаторов достижения НБДЗ: динамика наземного покрова, динамика продуктивности земель, динамика запасов почвенного углерода [6].

Для унификации страновых расчетов было рекомендовано использовать расчетный модуль Trend. Earth («Тренды. Земля») [7] открытой геоинформационной системы QGIS, использующий в качестве исходной информации глобальные тематические онлайн базы данных.

Таким образом, сложившуюся глобальную систему оценки деградации земель составляют:

- индикатор ЦУР 15.3.1 «Доля деградированных земель от общей площади суши»;
- индикатор НБДЗ «Динамика наземного покрова»;
- индикатор НБДЗ «Динамика продуктивности земель»;
- индикатор НБДЗ «Динамика запасов ПОУ».

Динамика показателей определяется за базовый период, в его качестве первоначально рекомендовался период 2000-2015 гг. Соответственно, динамика оценивалась по изменению значения индикатора по градациям «улучшение», «стабильность», «ухудшение». Анализ значений индикаторов НБДЗ позволял определить значение Индикатора ЦУР 15.3.1, при этом, если хотя бы один из индикаторов НБДЗ имел значение «ухудшение», то соответственно, и индикатору ЦУР также присваивалось это значение.

Материалы и методы. Россия активно участвует в деятельности КБО ООН, однако существующая система государственного статистического учета не позволяет впрямую по данным Росстата определять страновые и региональные значения индикаторов НБДЗ и индикатора ЦУП 15.3.1 – предлагаемые индикаторы в прямом виде отсутствуют в российской статистической системе, соответственно наблюдения по ним не ведутся. До настоящего времени, в «Перечне национальных показателей достижения ЦУР» [8], отсутствуют адаптированная методология и страновые данные расчета значений индикаторов деградации земель. Поэтому анализ используемых в России индикаторов и показателей в области ОДЗЗ и оценка возможность их использования на уровне индикаторов-аналогов и индикаторов оценки третьего уровня в предлагаемых международных подходах представляется весьма актуальной задачей.

Как показал имеющийся опыт оценки деградации земель по представленной выше методологии на основе глобальных баз данных, для России в силу ее пространственных особенностей эта система оценки корректно работает только на уровне субъектов РФ [9-13]. Связано это как с неточностью или недостаточностью сведений для территории России в исходных глобальных базах данных, так и с ошибками при распознавании переходов классов наземного покрова [12].

Унифицированная методология расчета индикаторов деградации земель (необходимая для корректной страновой сопоставимости получаемых данных) не позволяет учесть природно-климатические и социально-экономические особенности страны. Немаловажную роль в неточности данных оценки по методологии НБДЗ играет и различие в подходах к оценке, в том числе в различие в объекте оценки – в России основное внимание уделяется оценке деградации почв, применительно к сельскохозяйственным землям, в то время как глобальная методология охватывает всю территорию суши в рассматриваемых границах.

Немаловажно и то, что вследствие преимущественно ведомственного характера мониторинг состояния земель, по семи категориям земель, выделяемым Земельным Кодексом РФ, наблюдения проводят как минимум пять ведомств (Росреестр, Минсельхоз, Минприроды, Рослесхоз, Росводресурсы). При этом используемые методы и показатели оценки не в полной мере соответствуют друг другу, что затрудняет оценку качественных характеристик всех земель в рассматриваемых границах.

Как показали наши исследования [12, 13] выход из этой ситуации есть, и на него указывает секретариат КБО ООН, рекомендуя при оценке деградации земель на национальном уровне использовать национальные индикаторы для верификации, а, при необходимости, и для замены, глобальных индикаторов ЦУР и НБДЗ.

Методические подходы, позволяющие адаптировать глобальные индикаторы ЦУР и НБДЗ к национальным и региональным индикаторам представлена нами в [12, 13].

Результаты исследований и их обсуждение. Основная трудность в соотношении глобальных и региональных индикаторов, как уже отмечалось выше, заключается в различии подходов к их расчету. Глобальные индикаторы относятся к динамическим, оценивая сложившиеся тренды (улучшение-стабильность-деградация), и, в отличие от региональных, не учитывают статичные качественные показатели земель и характеризующие их эксплуатационные свойства.

Важность учета качественных показателей при оценке можно показать на примере Северо-Западного Прикаспия. При глобальной оценке, полностью деградированные участки с ранее опустыненными землями окажутся «стабильными», т.к. их состояние не изменится за период оценки. При этом качественная оценка по статичным показателям (например, содержанию гумуса) отнесет эти земли к деградированным.

Отметим, что если индикаторы ЦУР и НБДЗ относятся только к динамическим показателям, то национальные и региональные индикаторы могут быть как динамическими, так и статическими – то есть, теоретически, динамические национальные индикаторы могут быть использованы для верификации индикаторов ЦУР и НБДЗ как индикаторы-аналоги. На *рисунке 1* приведен разработанный нами алгоритм формирования национальной структуры индикаторов деградации земель.

Проведенный анализ индикаторов деградации земель, используемых в российских системах учета земель (государственный и ведомственный мониторинг), показал, что с учетом иерархического уровня «критерий-индикатор-показатель», наиболее логичным представляется следующая структура критериев для построения системы индикаторов и показателей деградации земель (почв) *(рисунок 2)*.



Рисунок 1. Алгоритм формирования национальной структуры индикаторов деградации земель (приводится по [10]).

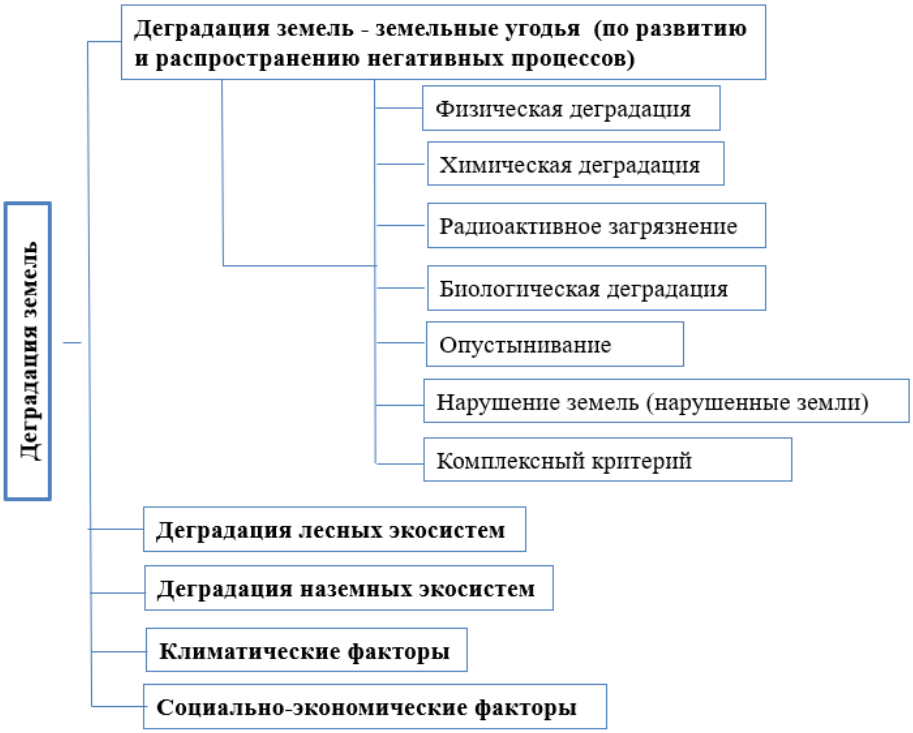


Рисунок 2. Критерии группировки используемых в российской национальной и ведомственной статистических системах индикаторов и показателей деградации земель.

По критерию «деградация земель, земельные угодья» была проведена дополнительная классификация по группам неактивных процессов, выделяемым при государственном мониторинге земель *(таблица 1)*.

Таблица 1

Группы индикаторов оценки деградации земельных угодий по развитию и распространению негативных процессов

Критерий	Группы индикаторов по развитию и распространению негативных процессов
Физическая деградация	Эрозия: водная, ветровая, линейная Переувлажнение, заболачивание Подтопление Захламление Каменистость
Химическая деградация	Снижение плодородия почв Закисление, подщелачивание Засоление, рассоление Химическое загрязнение
Радиоактивное загрязнение	Радиоактивное загрязнение
Биологическая деградация	Изменение видового разнообразия Нарушение видового состава микроорганизмов
Опустынивание	Физические индикаторы Биологические индикаторы Социальные индикаторы
Нарушение земель	Нарушенные земли, прочее
Комплексный	Общая деградация и прочие

Для систематизации показателей в соответствии с принятой классификацией *(см. рисунок 2 и таблицу 1),* проведен анализ действующей российской законодательной и нормативно-

правовой базы с выделение критериев и показателей, используемых для оценки деградации свойств земель и почв. Фрагмент оценочной таблицы в части показателей оценки климатических факторов деградации земель, приведен в *таблице 2*.

Таблица 2

Критерии и показатели оценки климатических факторов деградации земель, используемые в российской нормативно-правовой базе (фрагмент)

Индикатор	Показатели оценки	Градации шкалы оценки	Источник
Вероятность засух	Гидротермический коэффициент увлажнения	Вероятность сильных засух ≥50% при ГТКз≤0,6	Постановление Правительства РФ от 27.01.2015 N 51
Выявление территории потенциально возможной дефляции	Показатель засушливости территории – коэффициент увлажнения территории (КУ)	Сильно выраженная дефляция (Ку≤0,3) Возможная дефляция (Ку=1,0-0,3) Отсутствие дефляции (Ку≥1,0)	СП 425.1325800.2018 Инженерная защита территории от эрозионных процессов
Изменение климата	Температура воздуха, ее изменение на протяжении определенного периода времени и отклонение от средних значений	Данные гидрометеорологических наблюдений на станциях государственной наблюдательной сети Росгидромета	Приказ Росстата от 14.11.2017 N 754
	Количество осадков, отклонение годового количество осадков от среднего многолетнего количества осадков		

Заключение. Проведенный анализ законодательных и нормативно-правовых документов позволил выявить индикаторы и показатели, которые потенциально можно использовать в качестве индикаторов-аналогов и/или дополнительных показателей при оценке деградации земель на региональном и местном уровне. При этом, все они имеют ссылку на официальный источник, а значительная часть – рекомендуемые шкалы и градации оценки.

В целом, необходимо отметить, что для корректировки и верификации значений глобального индикатора ЦУР 15.3.1, могут быть использованы данные мониторинга земель в части распространения негативных процессов – динамические показатели изменения площади земель, подверженных:

– физической деградации (эрозия, захламление, заболачивание, переувлажнение, подтопление, каменистость, засоление и осолонцевание и др.);

– химической деградации и радиоактивному загрязнению;

– опустыниванию;

– нарушению земель.

Для верификации и корректировки значений глобальных индикаторов НБДЗ могут быть использованы следующие динамические показатели:

– по индикатору НБДЗ «Динамика наземного покрова»: данные мониторинга сельскохозяйственных и лесных земель (показатели лесистости территории, динамики площади сельскохозяйственных лесных земель, посевных площади по основным сельскохозяйственным культурам и др.);

– по индикатору НБДЗ «Динамика продуктивности земель»: данные мониторинга наземных экосистем (показатели средней урожайности, снижения биоразнообразия, скорости деградации наземных экосистем, скорости уменьшения годовой продукции растительности и др.);

– по индикатору НБДЗ «Динамика запасов почвенного органического углерода»: данные мониторинга плодородия земель (показатели динамики содержания гумуса в пахотных почвах, динамика запасов ПОУ и др.).

В качестве дополнительных показателей при оценке деградации земель и прогноза состояния земель на региональном уровне рекомендуется сочетать использование динамических и статичных показателей. Так, например, при оценке распространенности негативных процессов, связанных с ветровой и водной эрозией почв можно рекомендовать:

– динамические показатели: скорость и объем потерь почвенной массы; динамика площади выведенных из сельхозоборота земель вследствие их деградации; динамика земель, подверженных линейной эрозии; динамика площади подвижных песков;

– статические показатели: мощность почвенного профиля (A+B), расчлененность территории оврагами, мощность дефляционного наноса неплодородного слоя.

Важную роль в достоверности получаемых результатов играет информационная обеспеченность показателя (желательно иметь значения показателя для всей рассматриваемой территории), а также учет региональных природно-климатических и социально-экономических особенностей рассматриваемой территории и выявление ведущего фактора развития деградационных процессов.

Применение подобного методического подхода при расчете страновых индикаторов ЦУР и НБДЗ позволит оценить реальную картину деградации земель в стране на региональном и местном уровне, что позволит создать научно обоснованную и эффективную стратегию борьбы с процессами опустынивания, деградации земель и засухи.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания ИГ РАН FMWS-2024-0007.

Список литературы

1. Cherlet, M., Hutchinson, C., Reynolds, J., Hill, J., Sommer, S., von Maltitz, G. (Eds.). World Atlas of Desertification. Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2018. 256 p.

2. ФАО. 2021. Состояние Мировых Земельных и Водных Ресурсов для Производства Продовольствия и Ведения Сельского Хозяйства. Системы на Пределе. Сводный доклад 2021. Рим. [Электронный ресурс]. URL: https://doi.org/10.4060/cb7654ru (дата обращения: 31.01.2024).

3. Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Резолюция A/RES/70/1., принятая ГА ООН 25 сентября 2015 года. 2019 [Электронный ресурс]. URL: https://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ares70d1_ru.pdf (дата обращения: 31.01.2024).

4. UNCCD. 2016. Land Degradation Neutrality: The Target Setting Programme. 20 p.

5. UNSD. 2016. E/CN.3/2016/2/Rev.1*. Report of the Inter-Agency Expert Group on Indicators of the achievement of the Sustainable Development Goals/ [Электронный ресурс]. URL: https://unstats.un.org/unsd/statcom/47th-session/documents (дата обращения: 31.01.2024).

6. Orr B.J., A.L Cowie, V.M. Castillo Sanchez, P Chasek, N.D Crossman, A. Erlewein, G. Louwagie, M. Maron, G.I. Metternicht, S. Minelli, A.E. Tengberg, S. Walter, and S Welton. Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). Bonn. Germany. 2017. 129 p.

7. Trends earth. A new tool to assess the health of the land that supports us. [Электронный ресурс]. URL: https://www.conservation.org/about/Pages/trends-earth.aspx (дата обращения: 31.01.2024).

8. Росстат. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/ (дата обращения: 31.01.2024).

9. Беляева М.В., Андреева О.В., Куст Г.С., Лобковский В.А. Опыт оценки динамики деградации земель юга Европейской части России с использованием методологии нейтрального баланса деградации земель // Экосистемы: экология и динамика. 2020. Т. 4. № 3. С. 145–165.

10. Andreeva O.V., Kust G.S. Land Assessment in Russia Based on the Concept of Land Degradation Neutrality // Reg. Res. Russ. 2020. Vol. 10. № 4. С. 593-602. https://doi.org/10.1134/S2079970520040127.

11. Kust G., Andreeva O., Lobkovskiy V., Telnova N. Uncertainties and policy challenges in implementing Land Degradation Neutrality in Russia // Environ. Sci. & Policy. 2018. Vol. 89. P. 348-356. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.08.010.

12. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)». М.: ООО «Изд-во МБА», 2019. Т. 2. 476 с.

13. Лобковский В.А., Андреева О.В., Куст Г.С. Интеграция международной и национальной систем мониторинга и оценки деградации земель в России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. № 86(1). С. 9-27. DOI: 10.31857/S2587556622010095.

УДК 631.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-758-761

НЕКОТОРЫЕ ПОЧВЫ ЛЕСОСТЕПИ ПРИБАЙКАЛЬЯ

SOME FOREST-STEPPE SOILS OF THE BAIKAL REGION

Лопатовская О.Г., Иванова М.А.
Lopatovskaya O.G., Ivanova M.A.

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

E-mail: lopatovs@gmail.com, marinaivanova4865@mail.ru

Аннотация. Почвы формируются в условиях лесостепи, на выравненных участках и придолинных склонах, на кембрийских карбонатных и гипсоносных породах под действием слабоминерализованных и пресных гидрокарбонатных, гидрокарбонатно-сульфатных вод. В работе представлены результаты физических и химических свойств почв. Показан состав минеральной части в почвах на карбонатных красноцветных кембрийских отложениях. Для Прибайкалья характерно разнообразие почвенного покрова. Это обусловлено своеобразием биоклиматических условий, особенностями строения поверхности, рельефом, разнообразием почвообразующих пород, мерзлотными явлениями. Исследована серо-гумусовая типичная засоленная карбонатсодержащая, гипссодержащая почва и чернозем дисперсно-карбонатный загипсованный карбонатсодержащий, гипссодержащий. Особенностью почв Прибайкалья являются присутствие карбонатов кальция в средней и нижних частях профиля, насыщенность обменными кальцием и магнием. Легкорастворимые соли из водной вытяжки (в том числе токсичные) накапливаются в верхней части и в нижней части почвенного профиля. Токсичные соли представлены сульфатами магния и хлоридами натрия. В почве присутствует гипс. Гранулометрический состав в основном средне- и тяжелосуглинистый. В минералогическом составе преобладают: кварц, слюда, натриевые и калиевые полевые шпаты и карбонаты.

Ключевые слова: Прибайкалье, кембрий, почва, свойства почв, минералы.

Abstract. Soils are formed in forest-steppe conditions, on leveled areas and valley slopes, on Cambrian carbonate and gypsum-bearing rocks under the influence of weakly mineralized and fresh hydrocarbonate, hydrocarbonate-sulfate waters. The work presents the results of the physical and chemical properties of soils. The composition of the mineral part in soils on carbonate red-colored Cambrian deposits is shown. The Baikal region is characterized by a variety of soil cover. This is due to the unique bioclimatic conditions, peculiarities of the surface structure, relief, diversity of soil-forming rocks, and permafrost phenomena. Gray-humic soil and dispersed carbonate gypsum soil were studied. A feature of the soils of the Baikal region is the presence of calcium carbonates in the middle and lower parts of the profile, saturation with exchangeable calcium and magnesium. Easily soluble salts from water extracts (including toxic ones) accumulate in the upper and lower parts of the soil profile. Toxic salts are represented by magnesium sulfates and sodium chlorides. There is gypsum in the soil. The granulometric composition is mainly medium and heavy loamy. The mineralogical composition is dominated by quartz, mica, sodium and potassium feldspars and carbonates.

Key words: Baikal region, Cambrian, soil, soil properties, minerals.

Введение. Территория южной части Восточной Сибири, частью которой является Прибайкалье, включает в себя таежные, лесные, лесостепные и степные ландшафты. Почвообразование, в связи с особенностями природных условий здесь довольно специфичное. На территории близкой к Байкалу велика роль биоклиматических условий, влияния мерзлоты, экзогенных процессов, литологических особенностей. Особое внимание привлекает проблема интерпретация генезиса и классификации некоторых почв [1]. Не выяснены вопросы почвообразования и минералообразования на карбонатных, гипсоносных и засоленных кембрийских почвообразующих породах. Кроме того, недостаточно полноты обзора сведений о минералогическом составе почв, сформированных на двучленных отложениях Прибайкалья и профильном распределении крупных фракций минералов.

В процессе исследований необходимо было выявить физико-химические свойства и минералогический состав некоторых почв, сформированных на кембрийских породах. В качестве объекта исследования выбраны почвы Нукутского района, расположенного в юго-западной части Иркутской области.

Общий характер рельефа района холмисто-увалисто-равнинный. Район относится к Ангаро-Предсаянской лесостепной маловодной территории, частично закарстованной и заболоченной, со снеговым и дождевым питанием рек. В геологическом отношении породы представлены красноцветами, доломитами и известняками нижнего кембрия ангарской свиты. Красноцветные отложения верхнего кембрия представлены карбонатными (иногда гипсоносными) песчаниками, алевролитами и аргиллитами верхоленской свиты. Территория района относится к Ольхонско-Приангарскому сосново-лесостепному округу, Унгино-Осинскому подокругу, большая его часть – это степи и остепненные луга. Климат резкоконтинентальный с холодной, продолжительной зимой и жарким летом, часто возникают засуха, суховеи и пыльные бури [2].

Материалы и методы. В качестве объектов исследования были выбраны: чернозем дисперсно-карбонатный загипсованный и серогумусовая почва в лесостепной части Нукутского района. Большинство почв лесостепи и степи карбонатные. Карбонатный горизонт залегает на небольшой глубине, вследствие чего у большинства почв отсутствует или имеет слабое развитие подзолистый почвообразовательный процесс. Состав гумуса гуматный, реакция среды слабокислая, степень насыщенности основаниями высокая. Кроме этого, существует множество других свойств, типичных для почвенного покрова (несбалансированное распределение по горизонтали почв кварца, полевых шпатов, обломков пород, глинистых минералов, отсутствие глинистых натеков и другие) [1, 3].

Результаты исследований и их обсуждение. Почвы содержат в незначительных количествах легкорастворимые соли. В серогумусовой почве соли концентрируются в верхней части профиля, а в черноземе – в нижней *(рисунок 1)*.

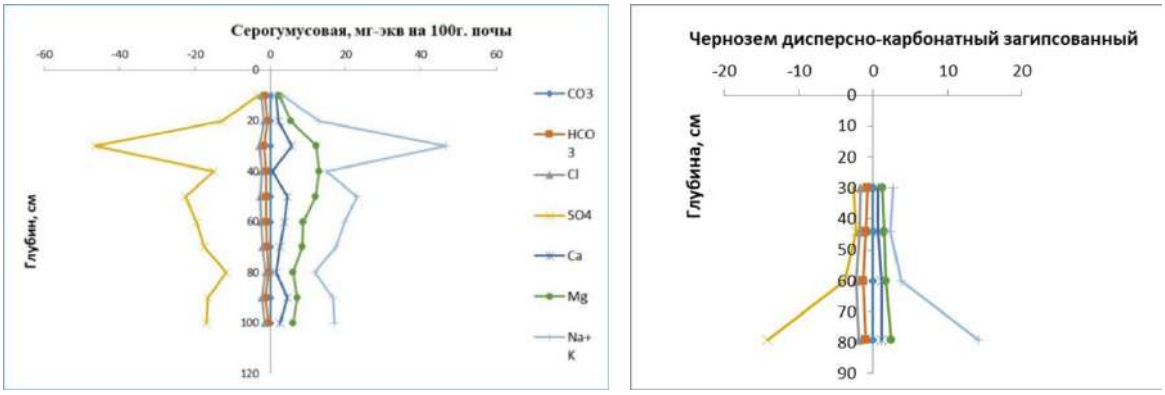


Рисунок 1. Результаты анализа водной вытяжки.

В серогумусовой почве среди токсичных солей встречаются сульфаты магния (от 79 до 81%), хлориды натрия (от 3 до 4%). Нетоксичные соли представлены сульфатами кальция (5%) и карбонатами кальция (1,2-1,4%). В черноземе токсичные соли представлены сульфатами натрия и магния (67%). Нетоксичные соли – карбонатами кальция. Содержание легкорастворимых солей в сухом остатке серогумусовой почвы изменяется от 0,4 до 1,8%. Максимум солей содержится в средней части профиля. В черноземе дисперсно-карбонатном загипсованном сухой остаток изменяется от 0,4 до 0,6%.

В серогумусовой почве распределение суммы обменных катионов кальция и магния вниз по профилю почве равномерное. В черноземе дисперсно-карбонатном загипсованном содержание обменных катионов увеличивается сверху-вниз (1,4-4,1 мг-экв./100 г почвы). Это обусловлено промывкой склоновыми водами и миграций из верхних горизонтов в нижние. Показатель pH от нейтрального (6,5) до щелочного (8,5). Содержание гумуса от 7,1 до 3,3%.

В верхнем горизонте чернозема дисперсно-карбонатного загипсованного содержание карбонатов не обнаружено, а в нижней части до 22%. В серогумусовой почве в верхних горизонтах содержание карбонатов 11%, затем вниз уменьшается до 9,6%. Гранулометрический состав в основном средне- и тяжелосуглинистый. Показатели pH вниз по профилю постепенно возрастают от нейтральной (7,25) до щелочной (8,25). Содержание гумуса достигает 7,2%. Содержание гипса в профиле в верхних горизонтах 2%, в срединной толще до 10% [4].

Накопление и распределение минералов в почвенном профиле связано с почвообразующими породами и внутрипочвенным выветриванием. Визуальное определение минералов было проведено на неразрушенных образцах с помощь микроскопа TYPE-C/Micro USB plug into mobile phone. В серогумусовой почве в верхней и нижней части почвы выявлен кварц, полевые шпаты и слюды. В черноземе дисперсно-карбонатном загипсованном так же встречаются: кварц, полевые шпаты, слюды. В нижней части профиля – кварц, слюды, карбонаты и гипс.

Другой метод исследования минералов включал рентгеноструктурный анализ с помощью дифрактометра рентгеновского. Рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD-7000 оснащен высокотемпературной приставкой, позволяющей исследовать материалы при различных температурах (до 1200°C) [5].

Определение минералов с помощью рентгеноструктурного анализа, позволил определить присутствие отдельных минералов. Содержание кварца изменяется вниз по профилю от 53 до 29%. Незначительно меняется количество натриевых и калиевых полевых шпатов от 20 до 15%. В нижней части профиля на глубине 80-90 см, появляется хлорид титана, который образовался в процессе выветривания глинистых минералов *(таблица 1)*.

Таблица 1

Содержание минералов в серогумусовой почве, %

Глубина, 0-10 см	SiO_2	52,69
	$CaCO_3$	13,12
	$NaAlSi3O_8$	12,55
	$Ca_{28}Al_{57}Si_{135}O_{384}$	0,34
	Fe_3O_4	1,23
	$(K_{0.82}Na_{0.18})(Fe_{0.03}Al_{1.97})(AlSi_3)O_{10}(OH)_2$	20,07
40-50	SiO_2	30,04
	$CaCO_3$	9,46
	$NaAlSi_3O_8$	14,00
	$Ca_{28}Al_{57}Si_{135}O_{384}$	0,46
	$Ca(SO_4)(H_2O)_2$	15,24
	Fe_3O_4	5,26
	$(K_{0.82}Na_{0.18})(Fe_{0.03}Al_{1.97})(AlSi_3)O_{10}(OH)_2$	23,54
50-60	SiO_2	48,26
	$CaCO_3$	9,97
	$NaAlSi_3O_8$	12,17
	$Ca_{28}Al_{57}Si_{135}O_{384}$	0,48
90-100	SiO_2	28,50
	$CaCO_3$	14,56
	$NaAlSi_3O_8$	11,58
	$Ca_{28}Al_{57}Si_{135}O_{384}$	0,40
	$Ca(SO_4)(H_2O)_2$	28,69
	$H_4(Ti_4Si_3O_{16})(H_2O)_8$	1,34
	$(K_{0.82}Na_{0.18})(Fe_{0.03}Al_{1.97})(AlSi_3)O_{10}(OH)_2$	14,94

В серогумусовой почве на глубинах в почве преобладают минералы: кварц (52,69%), натриевые и калиевые полевые шпаты (20,07%), карбонаты кальция (13,12%), альбит (12,55%). Кроме перечисленных в меньших количествах присутствуют анортит и магнетит. С глубины 10 см появляется гипс (3,32%). Общая закономерность в распределении элементов, отмечается буквально до глубины 80 см.

В черноземе дисперсно-карбонатном загипсованном присутствуют силикаты, полевые шпаты, альбит и анортит. В нижних горизонтах появляется кальцит. Сверху вниз по профилю изменяется содержание кварца от 50 до 45%, калиевых и натриевых полевых шпатов – от 30 до 13%. Минералы магнетита присутствуют в небольшом количестве *(таблица 2)*.

Таблица 2

Содержание минералов в черноземе дисперсно-карбонатном загипсованном, %

Глубина, 0-30 см	SiO_2	50,69
	$(CH_3)_4 N Al Si_3 O_8$	4,58
	$Na Al Si3 O_8$	15,46
	$(K_{0.82} Na_{0.18}) (Fe_{0.03} Al_{1.97}) (Al Si_3) O_{10} (O H)_2$	29,27
30-40	SiO_2	49,67
	$CaCO_3$	10,86
	$NaAlSi_3O_8$	12,47
	$Ca_{28} Al_{57}Si_{135}O_{384}$	0,31
	Fe_3O_4	1,25
	$(K_{0.82}Na_{0.18}) (Fe_{0.03} Al_{1.97})(AlSi_3)O_{10}(OH)_2$	25,44
40-60	SiO_2	39,18
	$CaCO_3$	28,90
	$NaAlSi_3O_8$	12,29
	$Ca_{28}Al_{57}Si_{135}O_{384}$	0,18
	Fe_3O_4	0,67
	$(K_{0.82}Na_{0.18}) (Fe_{0.03} Al_{1.97})(AlSi_3)O_{10}(OH)_2$	18,77
60-79	SiO_2	45,21
	$CaCO_3$	27,73
	$NaAlSi_3O_8$	14,12
	$Ca_{28}Al_{57} Si_{135}O_{384}$	0,23
	Fe_3O_4	0,6
	$(K_{0.82}Na_{0.18}) (Fe_{0.03} Al_{1.97})(AlSi_3)O_{10}(OH)_2$	12,10

Содержание кремния уменьшается сверху вниз с 50,69 до 45,21%, полевых шпатов с 29,27 до 12,10%; содержание альбита не изменяется по почвенному профилю. Однако в профиле почвы заметно увеличение кальцита сверху вниз с 10,86 до 27,73%.

Заключение. Таким образом, для почв некоторых районов лесостепи Прибайкалья характерны: карбонатность материнских пород, насыщенность обменными основаниями, присутствие легкорастворимых солей (в том числе токсичных), гранулометрический состав от среднего до тяжелого, содержание гумуса невысокое, в нижних частях почвенного профиля встречается гипс. В минералогическом составе преобладание кварца, натриевых и калиевых полевых шпатов и карбонатов.

Список литературы

1. Корзун М.А., Кузьмин В.А. Почвы Иркутской области // Почвы Иркутской области, их использование и мелиорация. Иркутск,1979. С. 17-35.

2. Климат Иркутска / Под. ред. Ц.А. Швер, Н.П. Форманчук. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. С. 245.

3. Воробьёва Г.А., Корзун М.А. Новая интерпретация особенностей строения и свойств почв Приангарья // Проблемы использования и охраны почв Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1984. 240 с.

4. Южное Приангарье: особенности почвообразования на разновозрастных породах: путеводитель экскурсии к конференции, посвященной 90-летию кафедры почвоведения ИГУ / С.Л. Куклина, Г.А. Воробьева, А.А. Козлова, Н.Д. Киселева, О.Г. Лопатовская, Н.А. Мартынова, С.В. Коршунова; [отв. ред.: С.Л. Куклина, Г.А. Воробьева]. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2021. 71 с.

5. Дифрактометр рентгеновский Shimadzu XRD-7000 с системой поликапиллярной оптики. [Электронный ресурс]. URL: https://www.istu.edu/oborudovanie/element/52881/ (дата обращения: 10.03.2024).

УДК 911.52; 912.43:913.1
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-762-767

ЛАНДШАФТЫ ОКРЕСТНОСТЕЙ ПОС. ТИГИРЕК (СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ АЛТАЙ): ОТ ТРАНСФОРМАЦИИ ДО КОНСЕРВАЦИИ

LANDSCAPES IN THE VICINITY OF TIGIREK (NORTHWEST ALTAI): FROM TRANSFORMATION TO CONSERVATION

Лубенец Л.Ф[1], Бирюков Р.Ю.[1], Черных Д.В.[1,2]
Lubenets L.F.[1], Biryukov R.Yu.[1], Chernykh D.V.[1,2]

[1]Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия
[2]Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия
[1]Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia
[2]Altai State University, Barnaul, Russia

E-mail: [1] iwep@iwep.ru, [2] rector@asu.ru

Аннотация. На основе спектра пространственных данных, характеризующих ландшафтную обстановку в окрестностях пос. Тигирек, включающих архивные, в том числе картографические, материалы, данные дистанционного зондирования, результаты опросов населения, проведен анализ динамики ландшафтов за более чем столетний период. Выявлено, что освоение территории было предопределено ее ландшафтной структурой, которая, несмотря на низкогорное положение, характеризуется значительной контрастностью. Территория характеризуется пестрым почвенно-растительным покровом, в котором участвуют лесные, кустарниковые, луговые, степные и болотные группировки. С юга котловина ограничена северным макросклоном Тигирецкого хребта, покрытого лесом. С севера к ней примыкает полоса платообразных низкогорий. На протяжении большей части XIX в. Тигирек оставался, преимущественно, казачьим поселением. Население осваивало участки непосредственно в котловине, большая часть которых использовалась под сенокосы и пастбища. Новый этап (с 1896 г.), в период которого была проведена административно-хозяйственная реформа, характеризуется тем, что был сделан акцент на сельскохозяйственное использование земли и коммерциализацию лесной отрасли. Установлено, что практически все окружающие поселок ландшафты, как в пределах котловины, так и севернее, используются в это время как пашни, сенокосы и пастбища. Период 1930-1980 гг. характеризуется постепенным разрушением сложившейся структуры природопользования, сопровождающимся поступательным снижением численности населения в пос. Тигирек. В конце 1999 г. территория в окрестностях Тигирека была включена в состав организующегося Тигирекского заповедника. Начинается отсчет нового периода в функционировании ландшафтов территории – консервационного.
Ключевые слова: Тигирек, Северо-Западный Алтай, историко-ландшафтный анализ.

Abstract. An analysis of landscapes' dynamics over a period of more than a century was performed based on the numerous spatial data (including archival and cartographic materials, remote sensing data, and results of population surveys) characterizing the landscapes in the vicinity of the village Tigirek. It was revealed that the development of the low-mountain and highly contrasting territory was predetermined by its landscape structure. Here, soil and vegetation cover is very diverse; it consists of forest, shrub, meadow, steppe, and swamp groups. In the south, the northern macroslope of the Tigiretsky ridge covered by forest, while in the north – a strip of plateau-like low mountains adjoin the basin. Noteworthy, Tigirek remained primarily a Cossack settlement for most of the 19th century. The population developed the areas directly in the basin, mainly as hayfields and pastures. Since 1896, a new stage of the development began due to an administrative – economic reform implemented with the emphasis on the agricultural use of lands and commercialization of forestry industry. That time almost all the landscapes surrounding the village (both within the basin and located to the north) were used as arable lands, hayfields and pastures. The period from 1930 to 1980 was characterized by a gradual destruction of the existing structure of the environmental management, accompanied by a progressive reduction of the Tigirek population. At the end of 1999, the study territory was included into the Tigirek Reserve, and the countdown of a new ("conservation") period in landscape functioning started.
Key words: Tigirek, North-West Altai, historic landscape analysis.

Введение. Тигирекский форпост, как часть оборонительной линии, формировавшейся в предгорьях и низкогорьях Алтая на протяжении XVIII в., был обустроен в 1770-е гг. в межгорном расширении при впадении р. Бол. Тигирек в р. Иня (так называемая Тигирекская котловина). Освоение территории было предопределено ее ландшафтной структурой, которая, несмотря на низкогорное положение, характеризуется значительной контрастностью. Само днище котловины

сложено древнеаллювиальными отложениями, в периферических частях перекрытых отложениями делювиального и пролювиального генезиса. Даже при небольших размерах котловины на ее днище хорошо выражен котловинный эффект проявляется в значительном снижении количества осадков, в том числе зимних. В отдельные зимы устойчивый снежный покров может совсем не формироваться *(рисунок 1)*. Однако за счет контрастности в увлажнении отдельных участков (пойменное, грунтовое, натечное) территория характеризуется пестрым почвенно-растительным покровом, в котором участвуют лесные, кустарниковые, луговые, степные и болотные группировки. С юга котловина ограничена северным макросклоном Тигирецкого хребта, покрытого лесом. С севера к ней примыкает полоса платообразных низкогорий (так называемое Драгунское плато), сложенных силурийскими, преимущественно карбонатными, породами, с которыми связано остепнение. Однако на фоне господства скальных пород, продуктов их выветривания и переотложения, на плато достаточно широко распространены лёссовидные отложения, образующие местами на поверхности скальных пород чехол мощностью в несколько метров.



Рисунок 1. Пос. Тигирек в конце февраля 2022 г. на максимум снегонакопления.

Материалы и методы. Исходными данными послужили архивные, в том числе картографические, материалы, данные дистанционного зондирования, а также результаты опросов населения.

Работа в Государственном архиве Алтайского края велась в двух направлениях. Первое направление предполагало анализ разновременных и разномасштабных картографических источников. Второе направление подразумевало изучение текстовых фондовых материалов, включающих разные аспекты, отражающие информацию об этапах заселения и режимах природопользования на изучаемой территории. Был изучен основной картографический фонд Архива Алтайского края, в котором представлена информация, отражающая период с конца XVIII в.

На основе бумажных фондовых материалов, в первую очередь, текстовых, был исследован Фонд Алтайского краевого управления лесного хозяйства Министерства лесного хозяйства РСФСР за период 1931-1974 гг. Фонд содержит документы (приказы, инструкции, указания, распоряжения, годовые и квартальные отчеты) о лесоэксплуатации, восстановлении лесов на площадях вырубок, пустырей, работе лесопитомников, инвентаризации посадочного материала, прирезке земель колхозам, а также охране лесов от пожаров. Период довоенного и начала послевоенного времени отражает активные преобразования лесного хозяйства и, соответственно, освоение и преобразование лесных участков.

Посредством аналитического дешифрирования материалов ДЗЗ изучен состав и структура угодий окрестностей пос. Тигирек для временного среза начиная с 70-х гг. XX в. Источником информации послужили космические снимки серии Landsat. Для первого (наиболее раннего) среза использовалась серия снимков Landsat 1-3, съемки 1970-х гг., включая максимально ранний снимок (09.05.1974), доступный в архиве USGS (https://glovis.usgs.gov/). Использование дополнительных снимков обусловлено низким качеством снимков, наличием облачности и пр., ввиду чего повторность сцен на одну территорию позволяет минимизировать ошибки автоматизированных классификаций. Кроме того, для более точного детектирования границ угодий были использованы крупномасштабные данные космической миссии Corona (сцена 31.05.1972). Для характеристики современной структуры угодий использованы данные снимка Landsat 9 OLI+ (дата съемки 24.05.2023). Границы исследования по снимкам аналогичны границе Проектного плана. Имея разнородную информацию входящих данных, в особенности архивную карту, необходимо понимать о некой относительности полученных количественных данных при сквозном сравнении.

Анализ динамики параметров ландшафтов и их состояний на локальных участках в окрестностях п. Тигирек проводился на основе полустандартизированного интервьюирования населения, в том числе с элементами экспертного интервью. Интервью базировалось на основе общего плана открытых вопросов, сформулированных в рамках условных блоков: блок 1 – население, блок 2 – сельскохозяйственный, блок 3 – лесохозяйственный, блок 4 – климат, блок 5 – гидротехнические сооружения, блок 6 – сакральные места, блок 7 – промышленный и обслуживания, блок 8 – стихийные бедствия. В интервьюировании приняли участие старожилы поселка Тигирек.

Результаты исследований и их обсуждение. С момента обустройства, на протяжении большей части XIX в. Тигирек оставался, преимущественно, казачьим поселением, медленно растущее население которого обрабатывало дренированные участки непосредственно в котловине, большая же часть котловины использовалась под сенокосы и пастбища. Древесина окружавших котловину лесных массивов использовалась для постройки жилых домов, для их отопления и в качестве сырья для древесного угля Колывано-Воскресенских заводов. На 1893 г. [1] в Тигиреке имелись молитвенный дом, начальная казачья школа, хлебозапасный общественный магазин.

Новый этап освоения территории начинается с 1896 г., когда была проведена административно-хозяйственная реформа, в результате которой акцент был сделан на сельскохозяйственное использование земли, обеспечение населения продовольствием и коммерциализацию лесной отрасли [2]. В результате активизации переселенческого движения в Сибирь количество населения, главным образом, за счет крестьян, в Тигиреке быстро растет. Так, уже на Проектном плане юртового надела казаков поселка Тигирекского Сибирского казачьего войска, утвержденного в 1899 г. [3], практически все окружающие поселок ландшафты, как в пределах котловины, так и севернее, на Драгунском плато, обозначены как пашни, сенокосы и пастбища. Распашка территории возросла настолько, что контуры пашни на этом плане практически повторяют таковые на последних материалах землеустройства советского периода. Анализ Проектного плана юртового надела казаков поселка Тигирекского Сибирского казачьего войска *(рисунок 2)* в ГИС-среде показал, что на момент землемерных работ в 1898 г. доля лесопокрытых участков составляет 19,5% территории, доля пахотных угодий – 20%. Следует отметить, что население достаточно точно фиксировало участки, где скальное основание перекрыто лессовидными отложениями и сформировались мощные почвы. Именно эти участки распахивались в первую очередь. Административно-хозяйственная реформа 1911 г. и первые декреты Советской власти дали возможность для более свободного развития крестьянских хозяйств, в результате чего отмеченные выше тенденции продолжились. Несмотря на Гражданскую войну, к концу 1920-х гг. население в Тигиреке достигло максимума – почти 1000 человек. На 1899 г. в поселке имелись церковь, училище и 6 мельниц [4], а к 1926 г. появляются школа, лавка, изба-читальня, библиотека [5]. Для Тигирека этот период продолжительностью немногим более 30 лет, при всей его сложности, можно смело назвать золотым.

Период 1930-1980 гг., несмотря на его внутреннюю неоднородность, характеризуется постепенным разрушением сложившейся структуры природопользования, сопровождающимся поступательным снижением численности населения в пос. Тигирек *(рисунок 3)*. Перед войной, в связи с индустриализацией и продолжительной засухой, происходит массовый отток населения на промышленные предприятия в соседний Казахстан. Часть мужчин не вернулись с фронта.

Имеет место трансформация структуры сельского хозяйства. Начиная с 1950-х гг., значительные площади стали использоваться для выпаса крупного рогатого скота, который на лето пригоняют, в том числе, и с равнинных районов Алтайского края, где большая часть территории была распахана. В 1960-х гг. местное животноводство с молочного переходит на мясное направление, в связи с чем закрывается маслозавод. С 1970-х гг., начинается катастрофическое падение численности населения в пос. Тигирек, а через некоторое время приходит в упадок сельское хозяйство.



Рисунок 2. Скан-копия Проектного плана юртового надела казаков поселка Тигирекского Сибирского казачьего войска [3].

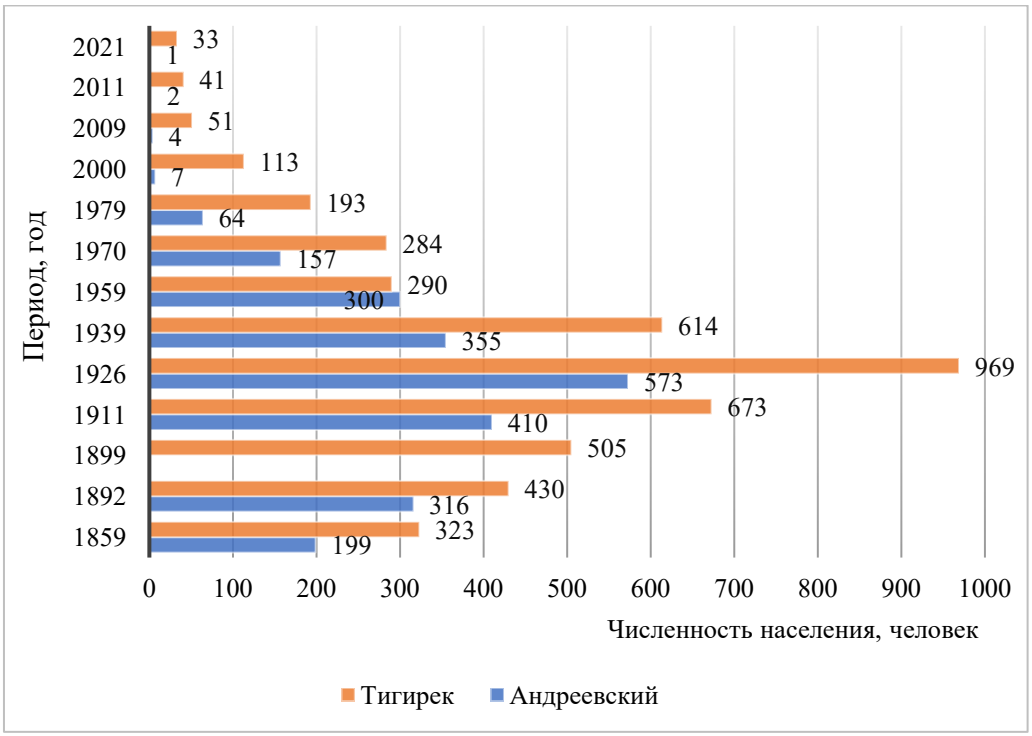


Рисунок 3. Динамика численности населения в пос. Тигирек (и для сравнения в соседнем пос. Андреевский) за период 1859-2021 гг. [по данным 6-13; а также материалам Управления по жилищной политике и благоустройству Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Алтайского края].

Сложившаяся ситуация была одной из причин того, почему именно территория в окрестностях Тигирека в конце 1999 г. была включена в состав организующегося Тигирекского заповедника. С этого момента можно начинать отсчет нового периода в функционировании ландшафтов территории – консервационного. В то же время, следует отметить, что предпосылки для него (начало восстановительных сукцессий на месте заброшенных сельхозугодий) были заложены в последние десятилетия существования СССР. На момент образования заповедника подавляющая часть сельхоз угодий были заброшены, население поселка едва превышало 100 человек.

В связи с тем, что территория в окрестностях пос. Тигирек после продолжительного использования, длившегося не одну сотню лет, в самом конце XX в. была выведена из хозяйственного оборота, она является уникальным полигоном, где имеется прекрасная возможность проследить как происходит динамика ландшафтов после прекращения хозяйственной деятельности на фоне климатических изменений.

Следует отметить, что далеко не всегда после прекращения воздействия ландшафт возвращается в исходное состояние, тем более на фоне потепления климата. Например, в долине Большого Тигирека, на месте некогда сведенных лесов, древесная растительность в настоящее время восстанавливается не везде. Отдельные участки долины густо заселены ковылем и другими дерновинными растениями, перекочевавшими сюда с южных солнцепечных известняковых склонов Драгунского плато, ограничивающих с севера долину Большого Тигирека. При этом плотная дернина степняков препятствует лесовозобновлению, но многие лесные виды трав соседствуют здесь со степными, формируя новые, отсутствовавшие прежде, сообщества *(рисунок 4)*.



Рисунок 4. Восстановление растительности в Тигирекской котловине на месте сельхозугодий.

Для временного среза 1972-1976 гг. установлено, что доля лесопокрытых территорий составляет 33,4%, пахотных земель – 11,6%. Анализ актуального состояния (2023 г.) угодий окрестностей пос. Тигирек показал, что лесопокрытые территории составляют 40,2% (пример, *рисунок 5*). Территории, используемые в качестве постоянных сенокосов, на настоящий момент составляют менее 1%.

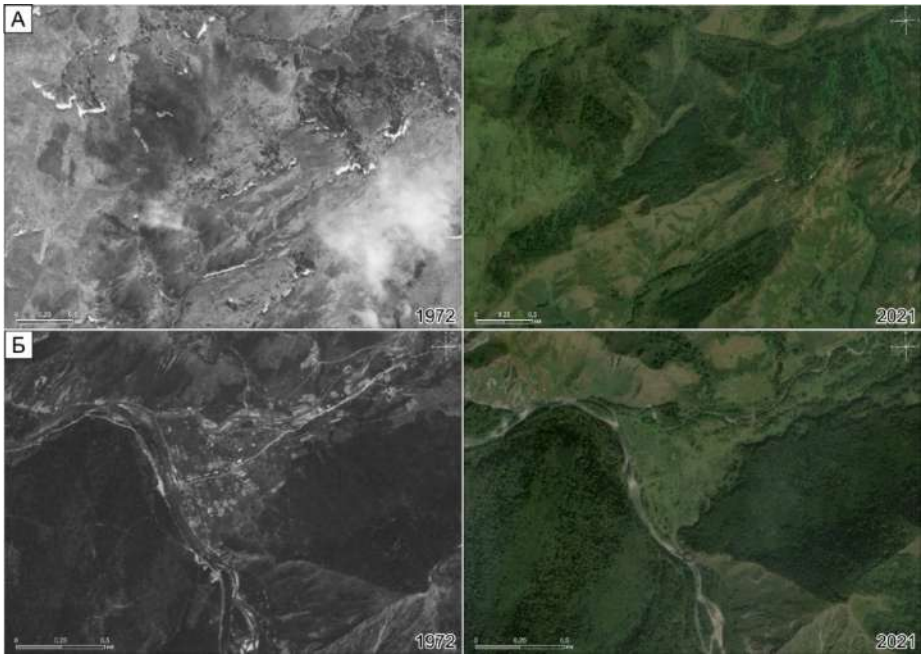


Рисунок 5. Пример восстановления лесных территорий (А) и исчезновения крупного населенного пункта (Б) в период 1972-2021 гг. Подложки Corona, ESRI BaseMap.

Заключение. Таким образом, широкий спектр пространственных данных, характеризующих ландшафтную обстановку в окрестностях пос. Тигирек, включающих архивные, в том числе картографические, материалы, данные дистанционного зондирования, результаты опросов населения, позволяют проследить динамику ландшафтов модельной территории за более чем столетний период.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Института водных и экологических проблем СО РАН (№ FUFZ-2021-0007).

Список литературы

1. Список населенных мест Томской губернии за 1893 год. Томск: Типография губернского правительства, 1893. 381 с.

2. Парамонов Е.Г., Саета В.А. Становление и развитие лесного хозяйства Алтая. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2014. 248 с.

3. Проектный план юртового надела казаков поселка Тигирекского Сибирского казачьего войска. 1899 г. ГААК. Ф. 50. Оп. 7. Д. 342.

4. Список населенных мест Томской губернии на 1899 год. Томск: Товарищество «Печатня С.П. Яковлева» (Губернская Типография правительства), 1899. 666 с.

5. Список населенных мест Сибирского края. Округа Юго-Западной Сибири. Том первый. Новосибирск: Сибирский краевой Исполнительный Комитет. Статистический отдел, 1928. 831 с.

6. Административно-территориальные изменения Алтайского края за 1939-1991 гг. Барнаул: Госкомстат Российской Федерации. Алтайское Краевое управление статистики. 1992. Ч. 1. Ч. 2. 435 с.

7. Сельские населенные пункты Алтайского края на 01.01.2000 года. Барнаул: Госкомстат Российской Федерации. Алтайское Краевое управление статистики, 2001. 78 с.

8. Сельские населенные пункты Алтайского края на начало 2009 года. Статистический бюллетень. Барнаул: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю, 2009. 70 с.

9. Список населенных мест по сведениям 1859 года. СПб.: Изд. Центр. стат. ком. М-ва внутренних дел, 1868.

10. Список населенных мест Томской губернии за 1893 год. Томск: Типография губернского правительства, 1893. 381 с.

11. Список населенных мест Томской губернии на 1899 год. Томск: Товарищество «Печатня С.П. Яковлева» (Губернская Типография правительства), 1899. С. 666.

12. Список населенных мест Томской губернии на 1911 год. Томск: Издание Томского Губернского Статистического Комитета. Типография Губернского Управления, 1911. 557 с.

13. Список населенных мест Сибирского края. Округа Юго-Западной Сибири. Т. 1. / Новосибирск: Сибирский краевой Исполнительный Комитет. Статистический отдел, 1928. 831 с.

УДК 551.583.2
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-768-776

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ СОВРЕМЕННЫХ РИТМИЧЕСКИХ ГИДРО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ХОДЕ ЭВОЛЮЦИИ ЗАПОВЕДНЫХ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЗАБАЙКАЛЬЯ

ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF MODERN RHYTHMIC HYDROCLIMATIC CHANGES IN THE COURSE OF EVOLUTION OF PROTECTED STEPPE LANDSCAPES OF TRANSBAIKALIA

Лукашов А.А.[1], Смоктунович Т.Л.[2], Ткачук Т.Е.[3,4]
Lukashov A.A.[1], Smoktunovich T.L.[2], Tkachuk T.E.[3,4]

[1]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
[2]Московский государственный педагогический университет, Москва, Россия
[3]Забайкальский государственный университет, Чита, Россия
[4]Государственный природный биосферный заповедник «Даурский», Забайкальский край, Россия

[1]Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
[2]Moscow State Pedagogical University, Moscow, Russia
[3]Transbaikal State University, Chita, Russia
[4]Daursky State Nature Biosphere Reserve, Zabaikalsky kray, Russia

E-mail: [1,2]smoluk@yandex.ru, [3,4]tetkachuk@yandex.ru

Аннотация. Степные ландшафты Даурии испытывают попеременное обратимое увлажнение и иссушение под воздействием климатических волн протяженностью несколько десятков лет. Это ощущается биотой, гидрологическим и мерзлотным режимами водных объектов. Особо чувствительны к изменениям экологии ихтио- и орнитофауна, водная и луговая растительность, а также минерализация поверхностных и подземных вод. Уже, минимум, 3 столетия проявляется естественная аридизация ландшафтов. Единый Торей с отметками зеркала 607 м последний раз существовал 2 века назад, а в дальнейшем – в фазы трансгрессий – разделялся на 2 озера с отметками уреза не выше 599 м. В XX-XXI веках участились и удлинились фазы деградации крупных степных водоемов. С 1734-го до 1899 года зафиксировано лишь 2 эпизода превращения Торейских озер в солончаки, а за последние 123 года – уже 4 глубокие регрессии озер (до полного осушения днищ) длительностью от 14 до 20 лет. Таким образом в уникальных особо охраняемых степных и водно-болотных ландшафтах бассейна Торейских озер климатически обусловленная ритмика нарушена. Причина – в происходящем естественном боковом перехвате низовий реки Улдзы рекой Телийн-Гол. Улдза формирует свой сток за счет атмосферных осадков в увлажненных районах западного среднегорного обрамления Даурских степей. Сброс Улдзой части расходов в монгольское озеро Хух-Нур на протяжении засушливых климатических фаз полностью лишает Торейские озера водной массы, что угнетающе сказывается на ландшафтах региона. В добавок реализуемое и планируемое техногенное вмешательство в том числе - в перераспределение трансграничного стока – ставит под угрозу сохранение едва ли не последних заповедных степных ландшафтов северо-востока Евразии.

Ключевые слова: ландшафтные изменения, степные озера, перестройка гидрографической сети.

Abstract. The steppe landscapes of Dauria, under the influence of short-period climatic waves lasting several decades, experience alternating reversible humidification and desiccation. This is felt by the biota, hydrological, permafrost regimes of water bodies; ichthyofauna and ornithofauna, aquatic and meadow vegetation, the mineralization of surface and groundwater are particularly sensitive to environmental changes.

Over the past three centuries, there has been a tendency for gradual natural aridization of landscapes. A single Torey with a water edge of 607 m last existed in 1821, and later – during the phases of transgressions – it was divided into 2 lakes with edge of water no higher than 599 m. In the XX-XXI centuries, aridization is realized in the increase and lengthening of the phases of degradation of large steppe reservoirs. From 1734 to 1899 – only 2 episodes of the transformation of the Torey lakes into salt marshes were recorded. Over the past 123 years, 4 deep regressions of lakes have already taken place – up to complete drainage of the bottoms, lasting from 14 to 20 years. Thus, in the unique specially protected steppe and wetland landscapes of the basin of the Torey lakes, the climatically conditioned rhythm is disrupted. The reason is the natural lateral river piracy of the lower reaches of the Uldza River by the Teliin-Gol River, which is currently taking place. Uldza forms its runoff due to precipitation in humidified areas of the western mid-mountain frame of the Daurian steppes. The episodic discharge of part of the expenses by Uldza into the Mongolian lake Khukh-Nur during the arid climatic phases completely deprives the Torey lakes of water mass, which has a depressing effect on the landscapes of the region. In addition, the

implemented and planned technogenic intervention in the redistribution of transboundary runoff threatens the preservation of almost the last protected steppe landscapes of northeast Eurasia.

Key words: landscape changes, steppe lakes, restructuring of the hydrographic network.

Введение. Для степей Даурии и смежных областей Барги (>34 000 км^2 к западу от хребта Б. Хинган), на протяжении последних 100 лет выявлена внутривековая ритмика гидро-климатических изменений. В здешних экстраконтинентальных степных ландшафтах центральноазиатского типа, получающих в среднем ежегодно 323 мм атмосферных осадков, в гумидную фазу выпадает 411 мм, а в аридную – всего 157 мм. Испаряемость может превышать количество выпадающих осадков в 5 раз [1]. Вопреки бытующему мнению, например: «Своеобразие климата региона также определяется влиянием тихоокеанских муссонов» [2, с.15], муссонная циркуляция ограничивается территорией Приамурья, а выпадение местных осадков контролируется активизацией циклональной деятельности на Монгольской ветви Полярного атмосферного фронта. В течение всех сезонов здесь господствуют северо-западные ветры [3, с. 146-147].

Поздний голоцен в Барге характеризовался усилением аридизации; рубеж 1380±80 л. н. – нарастание увлажненности; рубеж 1000 л. н. – снова обстановка засушливости. XVII-XVIII века (последняя стадия наступления ледников Фернау – малый ледниковый период) – крупная трансгрессивная фаза развития озер. На ее фоне, однако, насчитывается 12 коротких засушливых эпизодов [4]. Далее – после запечатлённых на картах трансгрессий «Тарея», начиная, с 1734 г. (см. ниже) – происходит резкое сокращение поверхности водоёмов [5].

Материалы и методы. В основе исследования – многолетние полевые, в том числе полустационарные, работы специалистов различного профиля, анализ литературных и картографических источников, дешифрирование дистанционных материалов.

Результаты исследований и их обсуждение. Среди климатических ритмов в Даурии выражены циклы увлажнения продолжительностью от 25 до 40 лет. На протяжении XX-XXI веков за 30 лет цикла сменялось ~15 засушливых лет и 15 влажных. На фоне 30-летних циклов (и менее явных – 60-летних) происходят флуктуации в 3-5 лет, которые усложняют картину изменений метеорологических факторов. Небольшие озера пересыхают за 2-5 лет, зато при кратковременном повышении количества осадков быстро наполняются. В.А. Обязов утверждает, что цикличность проявляется по всему Даурскому экорегиону в изменении годовых и сезонных сумм осадков [6]. С периодами увлажненности растет уровень водности здешних озер и рек. В засушливый период мелеют до иссушения и самые крупные озера: Зун-Торей и Барун-Торей. Падают расходы р. Ималки и приустьевого отрезка Улдзы (Обе реки, по сути, не являются постоянными водотоками, ибо зимой местами перемерзают до дна – с образованиями наледей).

В периоды иссушения водоемов ландшафты Даурии испытывают трансформации, не носящие, однако, (пока) категорического характера. Существует мнение, что столь резкие, хотя и обратимые изменения, даже способствуют увеличению биоразнообразия, благодаря пластичности основных ценозов [7]. Так, хотя нацело гибнет ихтиофауна больших слабосоленых в трансгрессивную фазу (~2 г/л) озер, в старицах степных рек – рефугиумах водной фауны - сохраняется популяция серебристого карася, толстолобика и другой рыбы. Этот резерв – источник реколонизации водной биоты с наступлением обводнения. Траектории сезонных перелётов по маршруту «Восточная Азия – Австралия» в годы засухи частично отклоняются, но водно-болотные угодья пойм крупных рек региона смягчают этот эффект. Бакланы, полуметровой высоты гнезда которых на островах озера Барун-Торей один из авторов текста наблюдал во время трансгрессии 1960-х годов *(рисунок 1)*, откочевывают на Байкал, на котором условия гнездования хуже, чем в Даурии [8].

Отмеченные закономерности справедливы для бóльшей части территории, включая водосборы бассейна Амура (насыщенные малыми бесприточными озерами) и бессточные междуречья. Однако в регионе имеется уникальный крупный бассейн, ритмика природных событий в котором и по берегам озер которого подчиняется не только ходу общих гидро-климатических изменений. Речь идёт о самих Торейских озёрах, пополняемых преимущественно стоком р. Улдзы (в среднем 0,28 км^3). Она берет начало в среднегорьях отрогов Хэнтея (хребта Эрен-Даба), а ее левые полноводные притоки стекают со склонов среднегорного хребта Эрмана (Эрээний-Нуруу). Лишь скромную лепту в водный баланс Тореев во влажную часть климатического цикла вносят сток р. Ималки и дебиты родников по озерам. Отроги Хэнтея и хребта Эрмана получают в среднем >>450 мм осадков, что обеспечивает реке летний сток. Однако эпизодически бóльшая его часть не поступает в Тореи. *Озёрный режим данных водоёмов*

во многом контролируется происходящей вековой перестройкой гидрографической сети в низовьях р. Улдзы [9, 10]. Данное игнорируемое большинством географов утверждение, в прочем, не новость: в 1986 году в Докладах АН СССР известный геолог, член-корр. АН СССР Ф.П. Кренделев писал: «На памяти людей р. Улдза испытывала бифуркацию и меняла своё течение, *утекая* к Хух-Нуру … через Тэлин-Гол» [11] *(рисунок 2)*.



Рисунок 1. Гнезда бакланов на крупнейшем острове Хохон (посреди озера Барун-Торей) в октябре 1967 года – в эпоху трансгрессии 1960-х годов. Фото И. Дун-де-Шина.

Место современной перестройки речной сети контролируется узлом сопряжения двух активных тектонических нарушений в 10 км к югу от пограничного пос. Соловьевск. Уникальным делает «Приторейский озерно-речной перехват» то, что он происходит «у нас на глазах»! Отдельные импульсы «блуждания» Улдзы на приустьевом отрезке В.Х. Шамсутдинов связывал и с сейсмическими событиями [12]. Предположение не противоречиво – 2 эпицентра землетрясений силой 5,0 и 6,0 баллов по шкале Рихтера инструментально зафиксированы в XX веке в левобережной части бассейна р. Улдзы – в зоне умеренной сейсмической активности [13].

На фоне проявляющейся естественной аридизации эпизодический предустьевой перехват р. Улдзы в перспективе может превратить Приторейскую равнину в подобие пустынного «Древнего ложа Лобнора» на востоке Таримской котловины. Там, на севере Китая, остатки оз. Лобнор, принимавшего ранее сток Тарима, запитываются лишь сравнительно маломощной р. Кончедарьей, а р. Тарим сбрасывает ныне воды в озеро Карабуранкель – в 180 км к ЮЗ от Лобнора [14].

Почти трехвековую историю Торейских озер удается «пунктирно» проследить по литературным источникам и по картам, хранящимся в Российской Государственной Библиотеке. В 1772 г. академик Петр Симон Паллас достиг восточных пределов своей 7-летней экспедиции. Располагая изданными в 1734, 1745 и в 1757 годах «Генеральной Картой Российской Империи» И.К. Кирилова, ещё одной «Генеральной Картой Российской Империи» и Картой «Азія», П.С. Паллас собирался исследовать крупное бессточное озеро «Тарей» близ границы России с тогдашним Китаем *(рисунок 3)*.



Рисунок 2. Боковой перехват (lateral river piracy) приустьевого отрезка р. Улдзы к югу от Торейских озер истоками р. Тэлийн-Гол, эпизодически направляющей значительные объемы вод на юг. в озеро Хух-Нур. Замерзшие солончаки высохшего Барун-Торея контрастируют на фото с остающимся еще подо льдом Зун-Тореем. Космический снимок «mosaic dauria. spot4» 240312 (март 2012 г.). Копирайт (c) Spotlmage, ИТЦ «СКАНЭКС».

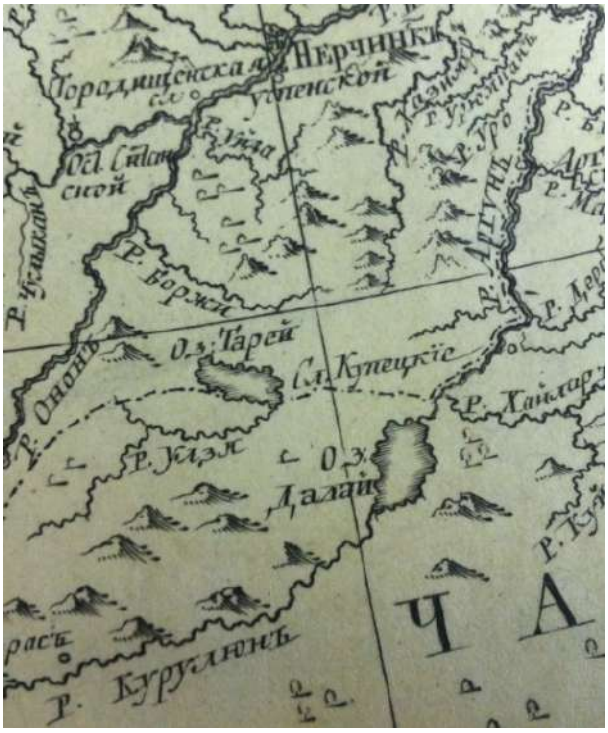


Рисунок 3. Фрагмент «Генеральной карты Российской империи» 1745 года, на которой запечатлена значительная трансгрессия единого озера Торей. Картографический отдел РГБ.

Увы, на месте озера располагались обширные «солончаковые такыры» [15]. «Паллас вернулся из путешествия по России больным и преждевременно поседевшим» [16, с. 335]. Свой вклад в ухудшившееся самочувствие академика внесло «исчезновение» «Тарея». Лишь обнаружение в северном скальном обрамлении озёрной котловины неизвестного тогда науке кота-манула («палласов кот» – *Otocolobus manul*) смягчило разочарование путешественника (он был любителем котов). Картографическая инерция сохранила единый Торей и после посещения временно регрессировавшего водоема П.С. Палласом – на «Генеральной карте Иркутской Губернии» И. Трескота 1776 г. Торей ещё отражён в трансгрессивной фазе. Итак, в тектонических впадинах Даурии чередуются трансгрессии и регрессии Торейских озёр (и озера Хух-Нур в СВ Монголии). Уровень, отраженный картографами в середине XVIII века (607-608 м абс.), был, по-видимому, одним из наиболее высоких в новейшее время. Он зафиксирован в рельефе озерной террасой Тореев на указанных отметках.

Сменившая регрессию начала 70-х годов XVIII столетия новая *озерная трансгрессия* запечатлена на картах 1811, 1817, 1821, 1825, 1827, 1853 и 1855 годов издания. В перечисленные годы, как правило, картографированы уже 2 обособленных водоема с отметками уреза Зун-Торея ~596 м. Исключение – трансгрессия 1821 года, когда Торей в последний раз (!) заливал своими водами нынешний перешеек к юго-востоку от руин нижнемелового вулкана Тэли, а урез воды достигал высоты 607 м.

По-видимому, единственная в XIX столетии *регрессия* – до полного высыхания озер, подобная той, что застал в 1772 году П.С. Паллас, – зафиксирована Г.И. Радде в 1855 году. На «Генеральной карте Азиатской России» 1857 г. *(рисунок 4*) озёра отсутствуют.



Рисунок 4. Фрагмент «Генеральной карты Азіятской Россіи или Сибири и Російских Сѣверо-Американских владений», СПб, 1857. Торейских озера на карте нет. Картографический отдел РГБ.

В материалах не выявлено признаков иной регрессии озёр в XIX веке. На картах 1860, 1864, 1865 и 1866 годов неизменно фигурируют 2 Торея. В 1872 году Л.П. Прасолов отметил заполнение озер в результате катастрофических ливней. В 1876, 1884 и 1888 годах Тореи, судя по изданным картам, существовали как 2 озера *(рисунок 5)*.

Карта 1888 года отражает трансгрессивную фазу Торейских озер. При детальной прорисовке гидрографии на карте отсутствует монгольское озеро Хух-Нор, куда, по-видимому, временно не поступали тогда воды Улдзы.

Таким образом Торейские озёра пребывают в режиме неправильно периодических трансгрессий и регрессий (вплоть до иссушения) на протяжении не менее 290 лет. Однако, в XX столетии водный режим больших озёр существенно изменился. Трансгрессии стали чередоваться с участившимися регрессиями. Большинство «увязывает» эту ритмику исключительно со сменами волн атмосферного увлажнения [6]. На протяжении XX века озёра четырежды, с периодичностью ~30 лет (?) высыхали и наполнялись (до уровня около 596 м абс.). Скорее, можно говорить о разной степени регрессий (6-ти за столетие).

Высыхание или наполнение озера Барун-Торей не обязательно ведёт к аналогичной «реакции» сообщающегося с ним по протокам Уточи озера Зун-Торей. Например, 3.03.1981 г. на космофото с отечественного метеоспутника, на месте Барун-Торея – болото или солончаки, тогда как Зун-Торей и Хух-Нур пребывали в озерном режиме. Также по состоянию на 2012-й год

практически обсохший в 2009 году Барун-Торей, питавшийся тогда лишь донными ключами, обследованными в 1972 году В.А. Фришем [17], утратил связь с Зун-Тореем. Последний, обеспеченный лишь донными родниками и холодными углекисло-щелочными источниками на юго-восточном берегу, сохранялся до середины 10-х годов XXI века как озёрный водоём (с урезом на отметке около 594 м), а высох лишь в 2017 году. Последнее (на сегодня) превращение Барун-Торея в солончаки (с отдельными лужами) хорошо видно на космоснимке «mosaic dauria. spot4» 240312 *(рисунок 2)*. Показательно, что, судя по космосъемке, в марте 2012 года, в отличие от высохшего Барун-Торея и полувысохшего на тот момент Зун-Торея, озеро Хух-Нур (Харт-Нуур – самое низкое место Монголии!) сохраняло свой режим в берегах 1970-х годов (урез 566 м). Предпоследний максимум водности Торейских озер достиг предела уровней в 1998 г. С 2013 г. начали наблюдаться паводки на р. Улдзе, но до Торейских озер ее воды дошли только осенью 2020 г.

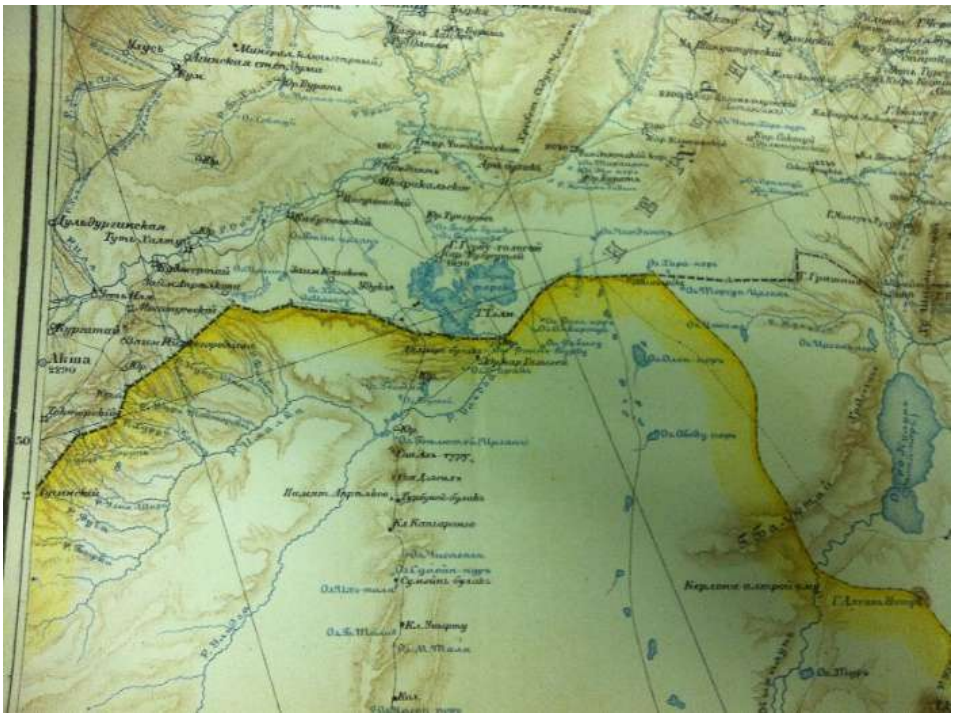


Рисунок 5. Фрагмент «Карты Южной Пограничной Полосы Азіятской России», составленной в 1888 г. штабс-капитаном Андронниковым.

Несмотря на эпизодическое ухудшение среды обитания, Торейская котловина пока еще поддерживает существование популяции 6-ти видов журавлей и реликтовой чайки. Выдерживают особо засушливые условия и стада антилопы-дзерена, возрожденные на территории России силами сотрудников Даурского заповедника.

Особого внимания в засушливые фазы климатического цикла в Даурии заслуживает динамика растительности. Глубина ее преобразований различается для степей и лугов. Степи – климаксная стадия сукцессии в регионе – демонстрируют лишь флуктуационную динамику. Изменения господствующих в регионе степных сообществ от года к году невелики. В годы со скудным атмосферным увлажнением уменьшается высота и проективное покрытие травостоя. Для степных фитоценозов Даурии характерна полидоминантность и включение в состав одного сообщества видов различной экологии: ксерофитов, мезоксерофитов, ксеромезофитов [18]. В ходе погодичных колебаний метеорологических условий отмечается изменение соотношения количественного участия разных видов в сложении травостоя. Соответственно, при достаточно стабильном видовом составе наблюдается чередование доминирования разных видов. Как правило, выделяется ядро из 3-5 видов, доминирующих в разные годы – в зависимости от количества осадков. Чаще всего в эту группу видов входят: *Stipakrylovii, Leymuschinensis, Artemisiafrigida, Cleistogeness quarrosa*, виды *Allium, Koeleriacristata*. Количество вегетирующих видов в разные годы различно; некоторые виды могут находиться в состоянии покоя на протяжении нескольких лет. В засушливый период климатического цикла площади степей

вокруг высыхающих озер меняются незначительно, за счет сукцессионной трансформации остепненных лугов по периферии пойменных и прибрежных озерных серий. Сдвиг границ лугов и степей не превышает первых десятков метров.

В отличие от степей галофитные и гликофитные луга распространены в поймах рек и по побережьям высыхающих озер, главным образом, содовых и соленых. Для таких лугов характерна сукцессия от пионерной стадии – на месте высохшего озера или русла реки – до остепненных лугов и кое-где климакса в виде степных сообществ. За счет сукцессии площадь лугов на какое-то время многократно возрастает. Луговые биотопы нестабильны: в зависимости от количества и режима выпадения осадков изменяются уровень и минерализация грунтовых вод, а также влажность почвы. В отличие от степной, в целом луговая растительность под влиянием фазы цикла изменяется очень сильно. Сказанное касается и видового состава травостоя, и смены доминантов, и продукционных характеристик фитоценозов, и их площадей.

Растительность пойм и озерных котловин ведет себя по-разному. Луга вокруг степных озер в засушливую фазу климатического цикла распространяются на осушенные участки бывшего дна. Если при высоком уровне воды луга образуют вокруг озер полосу шириной всего до десятков метров, то при высыхании озер площадь их возрастает многократно. На наиболее крупных озерах (Зун-Торей, Барун-Торей, Хух-Нур) луга занимают километры бывшего дна *(рисунок 6, 7)*.



Рисунок 6. Временно освоенный луговой растительностью северный фрагмент осушенного дна Барун-Торея близ селения Кулусутай (на переднем плане). Фото А. Лукашова, август 2012 г.



Рисунок 7. Луг с пасущимся зайцем на обсохшем дне Барун-Торея. Фото Т. Ткачук, лето 2013 г.

При медленном отступлении воды формируются классические пространственные прибрежные серии, которые, по мере углубления засухи, смещаются вниз по уклону. При быстром высыхании воды на больших площадях возникает пятнистый луговой растительный покров, находящийся на одной и той же стадии сукцессии. Во всех случаях сукцессия лугов идет в сторону ксерофитизации. Гидрофитная растительность по мере высыхания рек и озер быстро деградирует и сменяется пионерными лугами. При аномально длительном засушливом периоде, например, при наложении засушливых фаз тридцати- и шестидесятилетнего циклов, либо при искусственном зарегулировании стока рек, следует ожидать продолжающегося остепнения лугов – вплоть до формирования степных сообществ, сокращения площади лугов, исчезновения гидрофитной растительности на продолжительный период. Общая продуктивность ландшафта в таких условиях, несомненно, снизится [19-21].

Характерной особенностью развивающихся дефляционных впадин, к категории которых относятся ванны Торейских озер, является малая мощность рыхлых отложений на их днищах. Дно периодически обсыхающих солёных озёр прикрыто лишь тонким слоем солончаковых эвапоритов. На максимуме регрессий дно озер становится также ареной мерзлотного морфолитогенеза. Подготовленные им и солевым химическим выветриванием сухие мелкозёмистые пылеватые частицы, как и кристаллы самих солей {NaCl, Na_2SO_4, $NaHCO_3$, $Mg(HCO_3)_2$ и $Ca(HCO_3)_2$} в фазы регрессий подвергаются интенсивной ветровой эрозии с выносом материала в юго-восточном направлении. Разрушительный процесс дефляционного углубления днищ озёр на протяжении эпизодов обезвоживания, длящихся десятилетиями, выступает и в роли ландшафтообразующего фактора [22].

Заключение. На фоне естественных процессов аридизации и перераспределения стока нарастает геохимическая и водобалансовая угроза Торейским озерам и ландшафтам их побережий. Монгольскими геологами ведутся поиски золота в лесистых верховьях р. Ималки, близ северной оконечности хребта Эрмана. Потревожен ареал коренного обитания дзерена и редких охотничьих птиц. Дальнодействие данного «информационного» этапа освоения недр распространяется до озера Барун-Торей. Поток полютантов по реке протяженностью 70 км уже загрязняет пойму и старицы – рефугиумы водной фауны в эпохи засух. Прерывистые экосистемы Ималки (как и Улдзы) – источники происходящей реколонизации водной биоты Тореев.

Еще опаснее для больших степных озер стартовавшее в 2020 году строительство плотины «Onon-Ulz» в 250 км вверх по реке от дельты Улдзы – проектируется водохранилище объемом 27 млн $м^3$. В случае реализации этого гидротехнического проекта необратимо пострадают сами Тореи, ихтиофауна, водно-болотные угодья (казалось бы, защищенные Рамсарской конвенцией) и 156 видов птиц (включая краснокнижные). На многие десятилетия перелетные птицы утратят возможность пользоваться привычными маршрутами глобального Восточноазиатско-Австралийского миграционного пути на даурском отрезке [23]. На космоснимках дешифрируются и масштабные земляные работы, вероятно, нацеленные на переброску остающихся объемов стока Улдзы по трассе описанного бокового перехвата в озеро Хух-Нур (сейчас отток вод не превышает 17% расходов). Сказанное ставит под угрозу сохранение едва ли не последних заповедных степных ландшафтов северо-востока Евразии. Антропогенное вмешательство в данном случае следовало бы направить на сохранение ценнейших водно-болотных угодий восточной периферии Великой евразийской степи.

Работа выполнена в рамках Темы Госзадания № ЦИТИС 121040100323-б «Эволюция природной среды в кайнозое, динамика рельефа, геоморфологические опасности и риски природопользования».

Список литературы

1. Носкова Е.В., Вахнина И.Л., Курганович К.А. Характеристика условий увлажнения по территории бессточных озёр Торейской равнины с использованием метеорологических данных // Вестн. Забайкал. ун-та. 2019. № 3. С. 22-30.

2. Баженова О.И., Тюменцева Е.М., Черкашина А.А., Тухта С.А. Экзогенное рельефообразование в степях Даурии. Новосибирск, 2023. 182 с.

3. Климатическое районирование. Карта. Нац. атлас России. М., 2007. Т. 2.

4. Yearly chards of dryness/wetness in China for the last 500-year period. Beijing: Cartographic Publishing House, 1982. 332 p.

5. Лукашов А.А., Смоктунович Т.Л. Трехвековой мониторинг состояния уникального природного объекта – Торейских озер (Даурия) // Геология, геоэкология, эволюционная география. Колл. монография / Под ред. Е.М. Нестерова и В.А. Снытко. XVII. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2018. С. 191-198.

6. Обязов В.А. Изменение температуры воздуха и увлажненности территории Забайкалья и приграничных районов Китая // Природоохранное сотрудничество Читинской области (Российская Федерация) и автономного района Внутренняя Монголия (КНР) в трансграничных экологических регионах. Чита: Забайкал. гос. ун-т, 2007. С. 247-250.

7. Simonov E., Dugersuren S., Kirilyuk V., Goroshko O. Mining and Dams Threaten the Hydrological Regime of the Landscapes of Dauria. World Heritage Watch Rerport. Berlin, 2022. P. 60-63.

8. Горошко О.А., Ткачук Т.Е. Трансзональная сеть экологического мониторинга Даурии (ТСЭМ) // Проблемы адаптации к изменению климата в бассейнах рек Даурии: экологические и водохозяйственные аспекты / Тр. Гос. природ. биосферного заповедника «Даурский». Вып. 5. Чита, 2012. С. 63-74.

9. Лукашов А.А. Тектоно-гидрографические загадки территории международного заповедника «Даурия» – взгляд с орбиты. Земля из космоса. Вып. 16. 2013. С. 76-87.

10. Лукашов А.А. Эволюция бессточного бассейна Торейских озер. «Гидро-био-геоморфологические системы» / Под ред. Э.А. Лихачевой, В.В. Афанасьева. М.: Медиа-ПРЕСС, 2024. С. 110-124.

11. Кренделев Ф.П. Периодичность наполнения и высыхания Торейских озёр (Юго-Восточное Забайкалье) // Докл. АН СССР. 1986. Т. 287. № 22. С. 396-400.

12. Шамсутдинов В.Х. История геологического развития района Торейских озёр в антропогене (Юго-Восточное Забайкалье): Автореф. дисс. На соиск. Уч. Ст. канд. геол.-мин. наук. Чита, 1971. 22 с.

13. Национальный атлас Монголии. Улан-Батор – М., 1990.

14. Федорович Б.А. Происхождение рельефа пустыни Такла-Макан и вопросы ее освоения. Сб. «Куньлунь и Тарим» / Под ред. Э.М. Мурзаева и Чжоу Ли-Саня. М.: Изд. АН СССР, 1961. С. 28-51.

15. Паллас П.С. Путешествие по разным провинциям Российской империи. Санкт-Петербург, 1786. 571 с.

16. Иогансон Л. К истории геологии и не только. М.: ГЕОС, 2021. 432 с.

17. Фриш В.А. Торейский эксперимент. Природа, 1972. № 2. С. 60-66.

18. Сараева Л.И., Ткачук Т.Е., Дулепова Н.А. Динамика пойменной растительности реки Ималка в засушливый период // Степи Северной Евразии: материалы VIII междунар. симп. Оренбург: ИС УрО РАН, 2018. С. 841-844.

19. Кирилюк О.К., Ткачук Т.Е. Даурия как степной регион // Проблемы адаптации к изменению климата в бассейнах рек Даурии: экологические и водохозяйственные аспекты: Тр. Гос. природ. биосферного заповедника «Даурский». Чита, 2012. Вып. 5. С. 7-14.

20. Ткачук Т.Е., Жукова О.В. Динамика растительности Даурского заповедника // Ученые записки ЗабГГПУ. 2013. № 1 (48). С. 46-57.

21. Ткачук Т.Е. Основные черты динамики растительности в Даурском экорегионе // Академику Л.С. Бергу – 145 лет: сб. Междунар. конф. / Ред. И.Д. Тромбицкий. Бендеры: Eco-TIRAS, 2021. С. 230-233.

22. Чичагов В.П. Аридная геоморфология. Платформенные антропогенные равнины. М.: Изд. «Научный мир», 2010. 520 с.

23. Корсун О., Горошко О., Кирилюк В. Даурское ожерелье // Охота и рыбалка. 2021. № 5-6 (217-218). С. 26-33.

УДК 551:581.1
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-777-783

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНА АЛЯТ (АЗЕРБАЙДЖАН) И СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА–РАСТЕНИЕ

VEGETATION OF THE MUD VOLCANO ALYAT (AZERBAIJAN) AND METAL CONTENT IN THE SOIL–PLANT SYSTEM

Лянгузова И.В.[1], Исаева Ш.Г.[2]
Lyanguzova I.V.[1], Isaeva Sh.G.[2]

[1]Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия
[2]Институт ботаники НАН Азербайджана, Баку, Азербайджанская Республика
[1] Komarov Botanical Institute of RAS, Saint-Petersburg, Russia
[2] Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan Republic

E-mail: [1]ILyanguzova@binran.ru, [2]s.isayeva@botany.science.az

Аннотация. В работе представлены результаты изучения разнообразия растительности на территории грязевого вулкана Алят (Азербайджан), а также оценки миграции тяжелых металлов в системе почва – доминантные виды растений. На ключевых участках, расположенных по склону от кратера вулкана до его основания, сделаны геоботанические описания, отобраны образцы надземных частей доминантных видов растений (*Caroxylon dendroides, Suaeda microphylla*, *Caroxylon nodulosum*) и пробы поверхностного слоя (0–20 см) почвы, в том числе в ризосферной зоне. Методом эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой в почвенных и растительных образцах определено содержание Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Al, Ni, Pb и Zn. Установлено, что на прилегающей к грязевому вулкану Алят территории видовой состав растений отличается низкой степенью разнообразия (16-25 видов), а растения относятся к типичным галофитам, что обусловлено высокой степенью засоления почв. Ключевые участки характеризуются более низким богатством видового (11 видов) и таксономического разнообразия по сравнению с окружающей ценофлорой, общее проективное покрытие в растительных сообществах не превышает 25%. С подъемом от основания к кратеру вулкана наблюдается смена доминантов и изменение фитоценотической роли присутствующих видов, которые не связаны ни с химическим составом почвы, ни с уровнем поглощения тяжелых металлов солеустойчивых растений. Доминантные виды растений характеризуются избирательностью и специфичностью в поглощении металлов и отличаются слабой миграцией элементов из почвы в растение.
Ключевые слова: грязевой вулкан, растительность, система почва-растение, тяжелые металлы, Азербайджан.

Abstract. The paper presents the results of the study of vegetation diversity in the territory of mud volcano Alyat (Azerbaijan), as well as the assessment of heavy metal migration in the soil to dominant plants. Geobotanical descriptions, samples of dominant plants (*Caroxylon dendroides, Suaeda microphylla, Caroxylon nodulosum*) and samples of soil were taken at key sites. The content of Cd, Co, Cr, Cu, Cu, Fe, Fe, Mn, Al, Ni, Pb and Zn in soil and plant samples was determined by ICP emission spectroscopy. It was found that in the territory adjacent to the volcano the species composition of plants is characterised by a low degree of diversity (16–25 species). Key sites are characterised by lower richness of species (11 species) and taxonomic diversity compared to the surrounding cenoflora. Along the slope of the volcano there is a change of dominants and a change in the phytocoenotic role of the species present, which are not related to either the chemical composition of the soil or the level of heavy metal uptake by salt-tolerant plants. Dominant plant species are characterised by selectivity and specificity in metal uptake and are characterised by poor migration of elements from soil to plant.
Key words: mud volcano, vegetation, soil-plant system, heavy metals, Azerbaijan.

Введение. Грязевой вулканизм – природное явление, которое представлено во всех регионах мира, в том числе в России и приграничных странах. На территории Азербайджана встречаются все формы проявления грязевого вулканизма – действующие (70%), потухшие, погребенные, подводные, островные, нефтяные. Особо крупных размеров достигают грязевые вулканы Алятской гряды – Туорогай, Большой Кянизадаг, Дашгиль, Котурдаг, Айрантекян, Кара-кюре, Солахай и др. [1], а также наибольшую площадь грязевулканические ландшафты занимают в Гобустане [2]. Грязевые вулканы являются природными источниками повышенной экологической опасности, прежде всего, это выбросы вулканами токсичных химических веществ. Грязевулканические воды и брекчии обогащены микроэлементами и токсичными металлами (Hg, As, Li, B, Mo, Sr, Yb, Pb), концентрации которых выше кларковых. Поступая на

поверхность, солевые растворы приводят к формированию литогенной основы с высоким солесодержанием и более интенсивному развитию на ней по сравнению с окружающими территориями галофитной растительности [3].

В зонах воздействия грязевых вулканов формируются уникальные природные ландшафты, растительность которых представлена различными стадиями первичной сукцессии. На территории Азербайджана повышенный радиационный баланс (40,4-48 ккал/см^2 в год) и пониженная относительная увлажненность (20-50%) обусловили доминирование злаково-разнотравной эфемеровой растительности с участием *Hordeum murinum* subsp. *leporinum* (Link) Arcang., *Bromus japonicus* Thunb., *Eremopyrum oirientale* (L.) Jaub. & Spach и разнотравья *Spergularia diandra* (Guss.) Heldr., *Calendula arvensis* (Vaill.) L., *Psylliostachys spicata* (Willd.) Nevski и др. (Апшеронский полуостров); душистополынно-древовидносолянковых *Caroxylon dendroides+Artemisia fragrans* сообществ (Западный Гобустан) и растительных сообществ солянковой пустыни из *Suaeda microphyla* Pall. (Восточный Гобустан) на серозёмно-бурых, сероземно-бурых солонцеватых, серозёмных почвах [4]. Изучение различных аспектов трансформации растительности и отдельных эдификаторных и доминантных видов растительных сообществ в результате деятельности грязевых вулканов – важная и актуальная задача, которая открывает также и биоиндикационные возможности для оценки окружающей среды и грязевулканической активности.

В задачи настоящей работы входило: 1) изучение разнообразия растительных сообществ на территории вулкана Алят от эруптивного центра вниз по склону; 2) оценка миграции ряда металлов в системе почва – растение.

Материалы и методы. Грязевой вулкан Алят шпорообразной формы расположен примерно в 60 км к юго-западу от Баку, на побережье Каспийского моря на высоте 181 м над уровнем моря. Высота вулкана около 26-27 м. Его усеченный, сильно оголенный конус с 15-метровым кратерным останцем сложен грязевулканической брекчией. Площадь брекчиевого покрова 143.8 га, его мощность у центра извержения 70 м, на окраине – 20 м. Ключевые участки (КУ) для изучения растительности были заложены на разной высоте от эруптивного центра: КУ1 – 0 м; КУ2 – 15-20 м, КУ3 – 30 м, КУ4 – 65 м (подножие). Последний КУ рассматривается в качестве контроля.

На каждом ключевом участке были заложены пробные площадки размером 5х5 м, число которых зависело от встречаемости растений. На каждой площадке проводили описание видового состава с указанием обилия каждого вида, учитывали местоположение площадок по отношению к основанию вулкана, крутизну и экспозицию склона. Растительные сообщества выделяли при общем проективном покрытии: для трав и кустарничков >25%; для кустарников >15%, при меньших показателях объекты исследования рассматривали как растительные группировки. На ключевых участках отбирали образцы доминантных видов растений [*Caroxylon dendroides* (=*Salsola dendroides*), *Suaeda microphylla*, *Caroxylon nodulosum* (=*Salsola nodulosa*)] и пробы поверхностного слоя почвы (0-20 см). В дополнение к почвенным пробам отбирали образцы почвы непосредственно из корнеобитаемого слоя (ризосферы) доминантных видов растений. В лабораторных условиях мокрое озоление почвенных и растительных образцов проводили в установке для микроволнового разложения. Охлажденный раствор разбавляли деионизованной водой и определяли содержание Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Al, Ni, Pb и Zn методом оптической эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой.

Для оценки миграции исследуемых металлов из поверхностного слоя почвы в зоне ризосферы доминирующих видов растений рассчитывали коэффициент биологического поглощения, который представляет собой отношение содержания элемента в растении к его содержанию в почве [5].

Статистическая обработка полученных результатов включала методы описательной статистки и ANOVA. Для оценки достоверности различий использовали непараметрические критерии Краскела-Уоллиса (H) и Манна-Уитни (z).

Результаты исследований и их обсуждение. Ввиду высокой засоленности почвы [6] большинство растений характеризуется солеустойчивостью, и они относятся к типичным галофитам. Основными сообществами на прилегающей к вулкану территории являются солянки с доминированием *Suaeda microphylla* Pall., *S. acuminata* (C.A. Mey.) Moq., *S. altissima* (L.) Pall. и полукустарничковые солянковые (*Caroxylon dendroides* (Pall.) Tzvel., *C. nodulosum* Moq., *Reaumuria alternifolia* (Labill.) Britte, *Frankenia hirsuta* L.) с синузиями однолетних и многолетних злаков (*Bromus japonicus* Thunb., *Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. et Spach, *Aeluropus littoralis*

(Gouan) Parl.) и разнотравья (*Spergularia diandra* (Guss.) Heldr. et Sart., *Plantago notata* Lag., *Psylliostachys spicata* (Willd.) Nevski). В растительном покрове с низкими значениями обилия присутствуют такие полукустарнички, как *Artemisia fragrans* Willd., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb., *Kalidium caspicum* (L.) Ung.-Sternb. Всего насчитывается 25 видов сосудистых растений.

Изучение растительного покрова самого вулкана показало, что его флора и растительность по сравнению с окружающей ценофлорой характеризуются более низким богатством видового и таксономического разнообразия. Видовой состав насчитывает 11 видов. Из них 3 вида (27%) – лекарственные растения флоры Азербайджана, 6 видов (54%) являются индикаторами высокого засоления, что указывает на присутствие солей как в глубоких, так и поверхностных корнеобитаемых слоях почвы. Виды *Halocnemum strobilaceum*, *Kallidium caspicum* являются индикаторами хлоридного, а *Caroxylon nodulosum*, *Caroxylon dendroides*, *Suaeda microphylla* сульфатного засоления [6]. Общее проективное покрытие в растительных сообществах составляет <25%.

Сравнительный анализ содержания ряда химических элементов в поверхностном слое почв ключевых участков грязевого вулкана и в почвенных образцах из ризосферной зоны доминантных видов растений выявил высокую степень варьирования этого показателя в обоих случаях. Наибольшие величины среднего содержания наблюдаются для Fe, а наименьшие – для Cd, причем превышение первых величин над вторыми составляет 14000-16000 раз. Высокая степень варьирования содержания исследуемых элементов может быть обусловлена целым рядом причин: химической природой металла, различными формами их содержания в почве, степенью закрепления разных форм металлов в почве. В то же время, следует подчеркнуть, что даже максимальные концентрации большинства металлов не превышают их фонового содержания в земной коре [7], за исключением Zn, Pb, Cd и Cu на ключевом участке 4. В почвах ключевых участков содержание Zn в среднем в 2 раза, Pb почти в 3,5 раза, а Cd в 10 раз превышает их значения в земной коре. Согласно критерию Краскела-Уоллиса, достоверные различия в содержании всех исследуемых металлов в почвах ключевых участков отсутствуют. Это означает, что в почвах всех ключевых участков содержится примерно одинаковое количество каждого из перечисленных металлов.

При постановке задач исследования мы предполагали, что ризосфера растений может трансформировать химический состав почвы вблизи корневых систем исследуемых видов растений. В связи с отсутствием растительности на эруптивном центре вулкана на *рисунке 1* приведены данные о содержании металлов в поверхностном слое ключевого участка 1 и в зоне ризосферы доминантных видов растений на ключевых участках 2-4. Сравнительный анализ концентраций исследуемых элементов в почвах ключевых участков и в зоне ризосферы растений показал, что закономерности их изменения очень близки. Концентрации металлов в почве ризосферной зоны по склону грязевого вулкана Алят располагаются в убывающем ряду: Fe>Al>Mn>Zn>Cr>Pb>Cu>Ni>Co>Cd. Анализ данных по непараметрическому критерию Манна-Уитни не выявил достоверных различий в содержании всех исследуемых металлов в образцах почв ключевых участков и в образцах, взятых в корнеобитаемом слое почвы. Из этого следует, что корневые системы доминантных видов растений, произрастающих по склону вулкана Алят, не оказали значимого влияния на химический состав почвы в области ризосферы растений.

Оценка содержания исследуемых металлов в доминантных видах растений грязевого вулкана выявила избирательность и специфичность в накоплении отдельных элементов, что отмечалось нами и ранее [8]. Наименьшие величины общего содержания металлов наблюдаются у *Suaeda microphylla* (1510±150 мг/кг), а максимальные – у *Caroxylon nodulosum* (5925±180 мг/кг). Контрастность в накоплении металлов доминантными видами растений отражается в достоверных различиях в суммарном содержании всех исследуемых металлов (H=7,00, p=0,03). По этому показателю изученные виды растений располагаются в убывающем ряду: *Caroxylon nodulosum* > *Caroxylon dendroides* > *Suaeda microphylla*.

Специфичность видов в накоплении металлов проявляется, как в суммарном содержании всех исследуемых металлов, так и в концентрациях отдельных элементов. Минимальным содержанием практически всех металлов отличается *Suaeda microphylla*, а максимальным – *Caroxylon nodulosum*, что и привело к столь значительным различиям в общем содержании всех исследуемых металлов. Концентрации Al, Fe, Mn, Cr, Ni в последнем виде превышают соответствующие значения для первого вида в 2-4,2 раза. Примерно 50% от суммарного содержания в исследуемых видах растений приходится на долю Al и 43-44% – на долю Fe,

относительное содержание остальных элементов варьирует от 0,01 до 3,7% от их суммарного содержания.

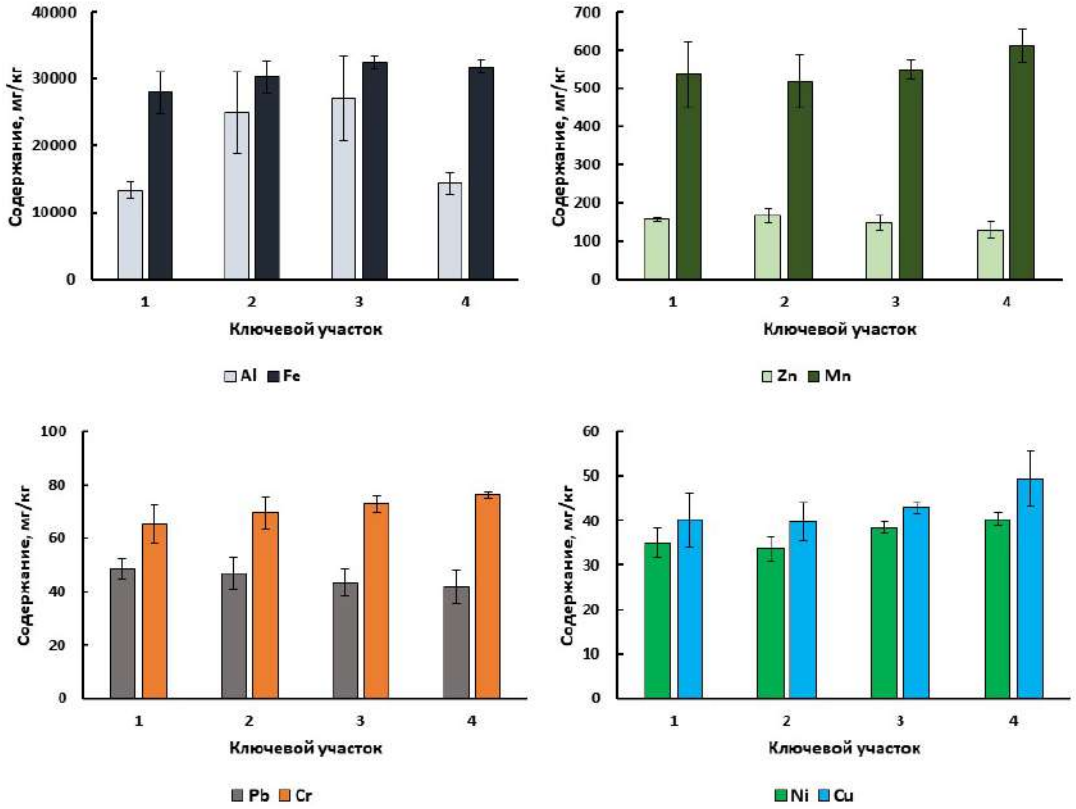


Рисунок 1. Среднее содержание металлов в поверхностном слое почвы в зоне ризосферы исследуемых видов растений на ключевых участках грязевого вулкана Алят.

Содержание большинства металлов в доминирующих видах растений находится в пределах нормального их содержания в растениях [8, 9]. Содержание Cd примерно в 3 раза превышает максимум его нормального содержания, но не достигает пределов избыточного его содержания. Концентрация Cr в *Caroxylon dendroides* и *Caroxylon nodulosum* существенно превышает нижний предел его токсического содержания в растениях.

Сравнительный анализ ранговых рядов концентраций исследуемых металлов в почве и доминантных видах растений подтвердил также избирательность и специфичность в накоплении растениями различных металлов. Концентрации металлов во всех исследуемых видах растений располагаются в убывающем ряду: Al>Fe>Mn>Zn>Cu>Cr>Ni>Pb>Cd>Co, и эта последовательность в содержании отдельных металлов отличается от убывающего ряда концентраций в поверхностном слое почв ключевых участков и почв ризосферной зоны, где соответствующий ранговый ряд представлен в виде Fe>Al>Mn>Zn>Cr>Pb>Cu>Ni>Co>Cd.

Миграция металлов из почвы ключевых участков, расположенных по склону грязевого вулкана Алят, в надземные части доминантных видов растений охарактеризована на основе коэффициента биологического поглощения. На *рисунке 2* представлены средние значения коэффициентов биологического поглощения для всех исследуемых видов. Наименьшими значениями этого показателя отличаются Co, Pb, Fe (0,03-0,05), наибольшими – Zn, Cd, Cu (0,27-0,31), для остальных элементов они находятся в пределах 0,08-0,15.

Оценка транслокации исследуемых металлов из корнеобитаемого слоя почвы в надземные части доминантных видов растений грязевого вулкана Алят выявила незначительную степень миграции всех элементов *(таблица 1)*. Наибольшие значения коэффициентов биологического поглощения всех исследуемых элементов наблюдаются у *Caroxylon nodulosum*, наименьшие – у *Suaeda microphylla*, вид *Caroxylon dendroides* занимает промежуточное положение. Превышение значений этого параметра у первого вида над величинами у второго вида варьирует от 1,3 до 6,7 раз. Столь существенные различия в миграции одних и тех же

элементов из почвы в различные виды растений подтверждают избирательность и специфичность в накоплении элементов исследуемыми видами растений.

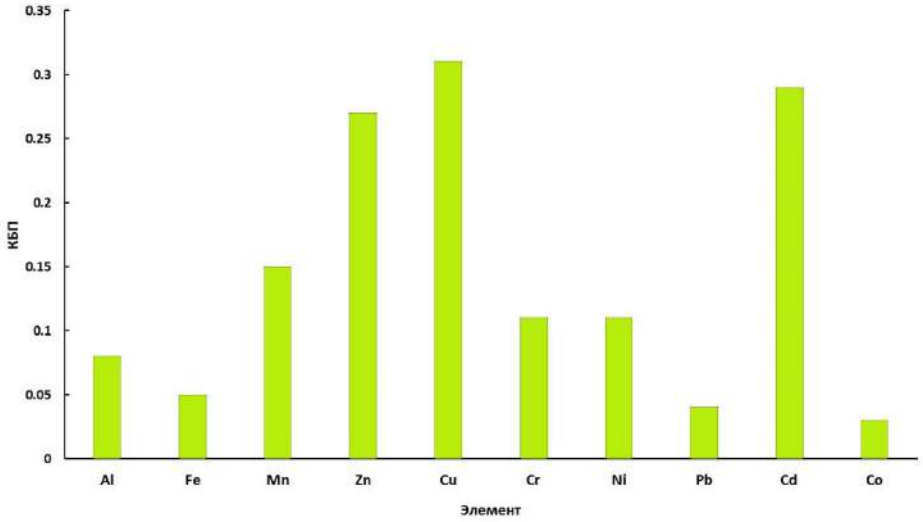


Рисунок 2. Средние значения коэффициентов биологического поглощения для всех исследуемых видов.

Таблица 1

Коэффициенты биологического поглощения доминирующих видов растений на грязевом вулкане Алят и родственного вида *Salsola tragus L.*

Металл	*Caroxylon dendroides*	*Suaeda microphylla*	*Caroxylon nodulosum*	*Salsola tragus**
Al	0,12	0,03	0,20	н.д.
Fe	0,06	0,02	0,08	0,24
Mn	0,16	0,10	0,22	0,14
Zn	0,26	0,19	0,52	0,46
Cu	0,33	0,25	0,36	0,19
Cr	0,12	0,08	0,14	2,46
Ni	0,13	0,08	0,15	1,73
Pb	0,04	0,02	0,07	1,85
Cd	0,23	0,29	0,37	6,73
Co	0,03	0,01	0,04	5,85

Примечание. * – по данным [11].

Коэффициенты биологического поглощения всех исследованных металлов в надземных частях *Caroxylon dendroides, Suaeda microphylla*, *Caroxylon nodulosum* не превышают 0,3, что позволяет отнести эти виды растений к исключателям, согласно современной классификации [10]. Можно предположить, что, несмотря на высокую степень засоленности почвы, функция корневого барьера у исследуемых видов растений не нарушена, и в надземные части поступает лишь небольшое количество тяжелых металлов, которые не оказывают токсического воздействия на солеустойчивые виды растений.

Сопоставление коэффициентов биологического поглощения исследуемых нами видов с близко родственным *Salsola tragus* [11] показало, что передвижение практически всех металлов из почвы в надземные части последнего вида происходит намного интенсивнее по сравнению с миграцией тех же металлов из почвы ключевых участков вулкана Алят в доминирующие виды растений *(таблица 1)*. Этот феномен, скорее всего, обусловлен различиями в химическом составе почв грязевого вулкана Алят и аллювиальных почв в бассейне р. Ниш (Сербия).

Анализ литературных данных показал, что некоторые виды растений-галофитов могут быть потенциальными гипераккумуляторами целого ряда тяжелых металлов. Так, например,

Salsola kali – потенциальный гипераккумулятор Cd [12], *Suaeda salsa* накапливает большие количества Pb [13], *Suaeda glauca* обладает лучшей способностью к аккумуляции Cd, Pb, Mn по сравнению с *Arabidopsis thaliana* [14]. У *Salsola tragus* коэффициенты биологического накопления Cr, Ni, Co, Cd, Pb превышают 1 *(таблица 1)*. Способность к повышенной и высокой аккумуляции ряда металлов в надземных частях растений-галофитов может быть использована при фиторемедиации загрязненных тяжелыми металлами почв.

Заключение. Выполненные исследования разнообразия растительности на территории грязевого вулкана Алят (Азербайджан) и оценка миграции тяжелых металлов в системе почва-растение позволяют сделать следующее заключение.

В окрестностях грязевого вулкана Алят видовой состав растений отличается низкой степенью разнообразия (обычно присутствует 16-25 видов), а растения относятся к типичным галофитам, что обусловлено высокой степенью засоления почв. Основными сообществами на прилегающей к вулкану территории являются однолетнесолянковые с доминированием *Suaeda acuminata*, *Suaeda altissima* и полукустарничковые (*Suaeda microphylla*, *Caroxylon dendroides*, *C. nodulosum, Frankenia hirsuta*,) солянковые с синузией злаков (*Bromus japonicus*, *Eremoperum orientale*, *Aeluropus littoralis* и разнотравья (*Spergularia diandra*, *Plantago notata*, *Psylliostachys spicata*).

На территории вулкана видовой состав растений (11 видов) обеднен в сравнении с окружающей ценофлорой, общее проективное покрытие в растительных сообществах не превышает 25%. Основными растительными группировками вулкана являются: в верхней части склона грязевого вулкана (181 м над ур. моря) – *Halocnemum strobilaceum* + *Caroxylon dendroides*; в средней части склона (107-121 м над ур. моря) – *Halocnemum strobilaceum* + *Kalidium caspicum*; в нижней части склона (78-95 м над ур. моря) – *Caroxylon nodulosum* + *Bromus japonicus* + *Herbosa*, а у подножия вулкана в депрессии – *Suaeda microphylla* + *Bromus japonicus* + *Herbosa* и *Caroxylon nodulosum* + *Bromus japonicus* + *Herbosa*. Следует подчеркнуть, что с подъемом от основания к кратеру вулкана наблюдается смена доминантов и изменение фитоценотической роли присутствующих видов.

Отсутствие достоверных различий в содержании Fe, Al, Mn, Zn, Cr, Pb, Cu, Ni, Co, Cd в поверхностном слое почвы (0-20 см) исследуемых ключевых участков, а также с их содержанием в ризосферной зоне доминантных видов растений свидетельствует о гомогенности химического состава почвы на всей территории вулкана. Концентрации большинства металлов не превышают их регионального фонового содержания, за исключением Zn и Cd.

Доминантные виды растений характеризуются избирательностью и специфичностью в поглощении исследованных металлов и отличаются слабой степенью миграции элементов из почвы в растение. По суммарному содержанию Fe, Al, Mn, Zn, Cr, Pb, Cu, Ni, Co, Cd в растениях исследуемые виды можно расположить в убывающем порядке: *Caroxylon nodulosum>Caroxylon dendroides>Suaeda microphylla*. Коэффициенты биологического поглощения всех исследованных металлов в надземных частях изученных доминантных видов растений не превышают 0,3, что свидетельствует о нормальном функционировании корневого барьера, препятствующего транслокации тяжелых металлов из почвы в надземные органы, и позволяет отнести эти виды растений к типичным исключателям.

Таким образом, на основе проведенных исследований можно констатировать, что от вершины грязевого вулкана Алят к его подножию смена доминантов и изменение фитоценотической роли присутствующих видов не связаны ни с химическим составом почвы, ни с уровнем поглощения тяжелых металлов надземными частями солеустойчивых растений. Возможно, эти изменения обусловлены различиями в гидротермическом режиме почвы по склону грязевого вулкана от его эруптивного центра к подножию.

Список литературы

1. Холодов В.Н. Грязевые вулканы: распространение и генезис // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2012. № 4. С. 5-27.

2. Керимова Э.Д. Современное антропогенное воздействие на геосистемы грязевых вулканов и окружающих территорий // Антропогенная трансформация природной среды. 2010. № 1. С. 359-364.

3. Ахмедов А.Г. Грязевые вулканы и окружающая среда. Баку, 1985. 50 с.

4. Будагов Б.А. Современные естественные ландшафты Азербайджанской ССР. Баку, 1988. 80 с.

5. Перельман А.И. Геохимия. М., 1989. 419 с.

6. Абдуев М.Р. Почвы с делювиальной формой засоления и вопросы их мелиорации. Баку, 2003. 93 с.

7. Krauskopf K.B., Bird D.K. Introduction to Geochemistry. 3rd ed. New York, 1995. 647 p.

8. Исаева Ш.Г., Лянгузова И.В., Гасымов Ш.Н., Абдыева Р.Т. Содержание тяжелых металлов в системе почва-растение на грязевом вулкане Алят (Азербайджан) // Ботанический журнал. 2022. Т. 107. № 10. С. 954-965.

9. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace elements in soil and plants. London, 2001. 413 p.

10. Серегин И.В., Кожевникова А.Д. Физиологическая роль никеля и его токсическое действие на высшие растения // Физиология растений. 2006. Т. 53. № 2. С. 285-308.

11. Dragović R., Zlatković B., Dragović S., Petrović J., Janković Mandić Lj. Accumulation of heavy metals in different parts of Russian thistle (*Salsola tragus, Chenopodiaceae*), a potential hyperaccumulator plant species // Biologica Nyssana. 2014. V. 5. N 2. P. 83-90.

12. de la Rosa G., Peralta-Videa J.R., Montes M., Parsons J.G., Cano-Aguilera I., Gardea-Torresdey J.L. Cadmium uptake and translocation in tumbleweed (*Salsola kali*), a potential Cd-hyperaccumulator desert plant species: ICP/OES and XAS studies // Chemosphere. 2004. V. 55. N 9. P. 1159-68.

13. Wang F., Song N. Salinity-induced alterations in plant growth, antioxidant enzyme activities, and lead transportation and accumulation in *Suaeda salsa*: implications for phytoremediation // Ecotoxicology. 2019. V. 28. N 5. P. 520-527.

14. Zhang X., Li M., Yang H., Li X., Cui Z. Physiological responses of *Suaeda glauca* and *Arabidopsis thaliana* in phytoremediation of heavy metals // J. Environ. Manage Actions. 2018. N 223. P. 132-139.

УДК 556.18(282.247.423)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-784-792

НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТОКА НИЖНЕГО УРАЛА

NEW RESULTS ON THE DETERMINATION OF ECOLOGICAL RUNOFF IN THE LOWER REACHES OFTHE URAL RIVER

Магрицкий Д.В.[1,2]
Magritsky D.V.[1,2]

[1]Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия
[2]Институт водных проблем РАН, Москва, Россия
[1]Department of Geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
[2]Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: magdima@yandex.ru

Аннотация. Оценен месячный и годовой природоохранный сток р. Урал на границе России и Казахстана, необходимый для воспроизводства осетровых пород рыбы, сохранения биопродуктивности и биоразнообразия пойменных экосистем. Это потребовало нестандартных решений, в том числе на базе существующих отечественных подходов по определению критических и оптимальных (по отношению к пойменно-русловым экосистемам) величин именно для условий нижнего Урала. Еще одним новым результатом исследований стал анализ многолетней динамики максимальных уровней в низовьях Урала, частоты, продолжительности и глубины затопления поймы.

Ключевые слова: река, пойма, пост, сток и уровни воды, воспроизводство осетра, пойменная экосистема.

Abstract. The monthly and annual environmental runoff of the Ural river is estimated at the on the border of Russia and Kazakhstan, necessary for the reproduction of sturgeon fish species, preservation of bioproductivity and biodiversity of floodplain ecosystems. This required non-standard solutions, including on the basis of existing domestic approaches to determining critical and optimal values for the conditions of the lower Ural River. Another new result of the research was the analysis of the long-term dynamics of maximum levels in the lower reaches of the Urals, the frequency, duration and depth of floodplain flooding.

Key words: river, floodplain, gauge, water runoff and levels, sturgeon reproduction, floodplain ecosystem.

Справедливое, рациональное и экологически безопасное трансграничное водопользование предполагает поддержание граничащими государствами такого стока и режима реки, которое не ограничивало бы функционирование основных участников водохозяйственного комплекса, не наносило бы хозяйственной деятельности, населению, объектам социально-хозяйственного комплекса, водным и околоводным экосистемам значимого ущерба, сохраняло бы реку как гидрографический объект, поддерживало бы ее водно-ресурсный, рельефообразующий и экологический потенциал. Но необходимо научное обоснование и конкретные значения, или по меньшей мере разумные границы требований по величине стока – в целом за год и в отдельные его сезоны, причем для лет базовой водности.

Трансграничная река Урал пример того, как эти правила жизненно необходимы, однако до сих пор не выработаны и не утверждены Россией и Казахстаном. Мало того, в условиях начавшегося с 2008 г. глубокого маловодья это создает определенные сложности, поскольку наблюдаемое обмеление в низовьях Урала, ухудшение навигационной обстановки и качества воды, остепнение пойменных массивов и снижение продукции осетровых пород рыб несправедливо связывают с существованием и эксплуатацией Ириклинского водохранилища и, в целом, деятельностью водохозяйственного комплекса в российской части бассейна.

Причин отсутствия правил несколько. Одной из них является незнание реальных потребностей в воде водохозяйственного комплекса казахстанского участка реки, их изменения в будущем. Конечно, есть традиционные водопользователи, такие как промышленность и теплоэнергетика, орошаемое земледелие и поддерживающие его оросительно-обводнительные каналы, коммунальное хозяйство гг. Уральск, Атырау и многочисленных сельских поселений, речной транспорт, потребности которых оцениваются стандартными методами. Пример таких

расчетов приведен в опубликованных ранее [1], а также в «Схемах комплексного использования и охраны водных ресурсов реки Урал», или СКИОВО [2]. Но есть еще один очень важный, не всегда официально признаваемый участник водохозяйственного комплекса – рыбное хозяйство и природоохранная отрасль. Речь идет о поддержании биопродуктивности и биоразнобразия пойменных природных комплексов, воспроизводстве основных представителей ихтиофауны нижнего Урала. Обеспечение этих условий требует повышенных расходов воды, да еще весной – в период наполнения крупных водохранилищ в бассейне. Они до сих пор научно не обоснованы и нормативно не закреплены, поскольку, во-первых, необходим большой объем самых разнообразных данных – от гидрологических до биологических, во-вторых, нет признаваемых обеими сторонами методов расчета.

Собранные автором материалы по рассматриваемому объекту, в том числе во время двух экспедиций в 2019 г., результаты ранее проведенных исследований, работы других специалистов позволили выработать некоторые подходы по расчету не только объемов речных вод, необходимых социально-хозяйственному комплексу, но и водным и околоводным экосистемам. Именно они, а также итоги их реализации составляют суть этой статьи, но не как догма, а как основа для дальнейших исследований и выработки приемлемых решений, устраивающих обе стороны, сохраняющих уникальную природную систему нижнего Урала.

Материалы и методы. Обеспечение урожайного и высокоурожайного воспроизводства осетровых пород рыб, поддержание биопродуктивности и биоразнобразия пойменных природных комплексов, по сути азональных для окружающих их сухих степей и полупустыни, требует повышенных расходов воды, главным образом во время весеннего половодья. Во время таких расходов: 1) происходит затопление и обводнение пойменных угодьев, благотворно влияющее на состояние почвенно-растительного покрова (плодородие и засоленность почв, флористическое разнообразие и др.), сохранение кустарников и деревьев – редких для сухостепной и полупустынной природных зон, продление «жизни» пойменных водоемов, 2) обводняются нерестилища рыб с сохранением в течение необходимого времени нужных глубин и скоростей течения, промываются зимовальные ямы, 3) промывается и очищается от антропогенного и естественного мусора русло, удаляются накопившиеся в донных отложениях загрязняющие вещества.

Исходными данными для количественного нормирования таких условий могут быть:

− высотные отметки поймы, продолжительность и глубина ее затопления (с учетом видового состава доминирующих на пойме растений);

− местоположение и морфологические характеристики основных осетровых нерестилищ по длине казахстанского участка р. Урала со знанием их высоты, сроков, продолжительности и глубины затопления. Дополнительным аргументом служит температура воды, по которой также необходимы сведения;

− эмпирические связи между водностью года и отдельно половодья, с одной стороны, и продуктивностью пойменных биоценозов, количеством икринок осетровых, поголовьем молоди и производителей, и т.п., с другой, опубликованные в научных трудах или отчетах сотрудников рыбохозяйственных и природоохранных институтов.

Обязательным условием здесь выступает соотнесение большей части этой информации с расходами воды в створе р. Урал на границе России и Казахстана.

Сведения о расходах воды брались для постов в г. Оренбург, п. Январцево, с. Кушум и с. Тополи / п. Махамбет, расположенных на р. Урал, а также для постов на притоках – в с. Каргала на р. Сакмара, с. Чилик на р. Илек, с. Григорьевка на р. Утва и Ясная Поляна на р. Кинделя. По среднесуточным уровням воды использованы данные наблюдений в г. Оренбург, с. Илек, п. Январцево, г. Уральск, с. Кушум и с. Тополи. Сведения об отметках выхода воды на пойму также взяты для участков постов *(таблица 1)*. К сожалению, не удалось узнать такую отметку для поста Январцево. Расчет повторяемости, продолжительности и глубины затопления поймы был выполнен путем сравнительного анализа графиков внутригодовых колебаний среднесуточных уровней, построенных за каждый год, и критических отметок.

Вторым информационным источником стали материалы двух экспедиций МГУ имени М.В. Ломоносова в марте и июле 2019 г., охватившие р. Урал от г. Уральска до Каспийского моря. Они были организованы на средства и при поддержке Международного научного комплекса «Астана», Акимата Атырауской области. Подробно о них изложено в [1]. Третий источник данных – материалы от региональных подразделений республиканских ведомств и министерств Республики Казахстан, Казгидромета, Казводхоза и КазНИИРХа, структур

исполнительных органов Атырауской и Западно-Казахстанской областей. Четвертый блок составили многочисленные сведения из монографий, научных и научно-популярных статей, с интернет-ресурсов, тематические карты и т.п.

Таблица 1

Критические значения уровней воды, в см над нулем поста

Пункт	Отметки уровня, см		Примечание
	выхода воды на пойму	полного затопления поймы	
Январцево	–	–	Правобережная пойма узкая, левобережная широкая. Ширина поймы 5-6 км
Уральск	600/**620**л	–	Пойма левобережная, заливается на ширину 5 км в средние по водности годы, в многоводные – полностью на 10-12 км
Кушум	600л/**510**	900-950л	Пойма преимущественно левобережная, заливается на ширину 5-6 км с глубиной 2-4,5 м
Мергеневский	1040л	–	Пойма преимущественно левобережная, шириной 6-7 км, затапливается с глубиной до 3 м
Тайпак (Калмыково)	950л/**960**л	–	Пойма преимущественно левобережная, заливается на ширину 6-8 км
Индебор	1070	–	Пойма правобережная
Тополи	450л	**914**л	Левобережная пойма имеет ширину 3,5 км
Махамбет	–	–	Левобережная пойма имеет ширину 1,5 км. Пойма в многоводные годы затапливается
Атырау	220	–	В многоводные годы выше поста левый и ниже поста правый берег заливается на ширину до 120-150 м

Примечание: «л» – означает затопление левобережной поймы.

Важным моментом стала разработка инструментария для оценки так называемого экологического стока. В СССР, а затем в России и странах СНГ вопросами экологического стока занимались Б.В. Фащевский, В.Г. Дубинина и их коллеги [3-5]. Была научно обоснована и введена в употребление своя система понятий, обозначающих некое обязательное количество воды в реке, остающееся от естественного стока, которое необходимо для обеспечения экологического благополучия водного объекта, его обитателей и околоводных экосистем, сохранения восстановительного потенциала экосистемы, а также для поддержания необходимых условий водопользования. Систематическое снижение стока воды ниже этих величин ведет к тем или иным негативным последствиям. Одним из примеров того, как выглядит стремление к гидроэкологическому благополучию путем оптимизации внутригодовых колебаний расходов и уровней воды в зарегулированной реке, показан в работе Майка Акремана [6]. Подобные решения уже применяются в США, зарубежной Европе, Китае, Мексике, Австралии, Южной Африке и др.

При обосновании критических расходов воды этими научными коллективами предлагались два подхода. Первый предполагал исследование связей биологических и гидрологических показателей состояния водной и околоводной экосистем, позволявших обосновывать пороговые величины стока, уровней воды, скорости течения (не ниже 0,5-0,6 м/с) и еще ряда гидрологических характеристик. Это – наиболее обоснованный подход, но адаптируемый под конкретную реку и требующий большого массива гидрологических и редких данных по состоянию биоценозов за многолетний период. Хороший пример таких связей приведен для нижнего Дона [4] и для р. Шу [7]. Именно на него опирался автор настоящей статьи. Второй подход, как упрощение первого и более универсальный, может ограничиться использованием лишь гидрологических данных. Экологический сток (ЭС) определяется как:

$$ЭС = ЕС(p\%) – ДИ = ЕС(p\%) – (КС\ (p = 97\%) – ИС\ (p = 99\%)), \quad (1)$$

где ЕС – естественный сток, привязанный к обеспеченности (p%), или в годы различной водности, ДИ – объемы допустимого безвозвратного изъятия речных вод, после которых в реке сохраняются условия устойчивого и безопасного функционирования водных и околоводных экосистем, КС – критический (для экосистем и гидрографических объектов) сток, ИС –

исторически минимальный объем стока, принимаемый для условий 99% обеспеченности. КС может быть найден через расход начала затопления поймы, определение объема стока половодья для лет, когда этот расход не превышался (КСП), соответствующий ему критический годовой объем стока (КСГ←КСП) и обеспеченность КСГ. В случае незнания связей между биологическими и гидрологическими параметрами экосистем, КС разрешено принимать 97%-ной обеспеченности. ДИ принимается постоянным для различной водности с объемом стока выше базового стока (БС=КС+ДИ). Внутригодовое распределение ЭС в годы разной обеспеченности рассчитывается в соответствии с их гидрографом условно-естественного стока. Предложения В.Г. Дубининой и др. использованы при разработке «Методических указаний по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты» [8]. Массово они были реализованы при составлении бассейновых СКИОВО – в середине 2010-х гг.

Есть еще одно важное понятие в системе терминов, относящихся к экологическому стоку, – это минимально допустимый расход воды, который должен оставаться в реке для поддержания водных объектов в состоянии, соответствующем экологическим требованиям. Для нижнего бьефа водохранилищ его обозначают как «санитарный попуск». О нем говорится в «СанПиН 3907-85. Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ» и в письме Министерства природных ресурсов РФ от 17.01.1997 г. № НМ-53/163 «О Временных методических рекомендациях по установлению минимально допустимых расходов воды». Во втором документе указано, что «*…при отсутствии обоснований для рек или их участков, имеющих рыбохозяйственное значение, минимально допустимые расходы воды принимаются для меженного периода не ниже минимального месячного расхода 95% обеспеченности, а для периода половодья не ниже 75% от месячных расходов низкого половодья 95% обеспеченности по объему, но не менее минимально допустимого расхода для меженного период*а…». Важно, что согласно [7], в Казахстане это правило тоже действует.

Результаты и их обсуждение

Расчет минимально допустимого стока. При его расчете были использованы рекомендации МПР РФ № НМ-53/163 от 17.01.1997 г. для рек или отдельных участков, имеющих особо важное рыбохозяйственное значение. Вначале стандартными методами, согласно рекомендациям СП 529.1325800.2023, было рассчитано в БД «ГИДРОРАСЧЕТЫ» внутригодовое распределение стока по месяцам для года 95%-ной обеспеченности. При этом использованы месячные данные за 1938-1968 гг. (условно-естественный период) и объединяющие сток рек Урал (пост Оренбург), Сакмара (Каргала), Илек (Чилик), Утва (Григорьевка) и Кинделя (Магнитострой), т.е. с территории 154,5 тыс. км^2. Причем месячные расходы воды были пересчитаны с учетом времени добегания до поста Январцево – по среднесуточным расходам воды. Для постов Оренбург и Каргала это время составило ~11-12 суток, для Чилика – в среднем 7-8 суток. К этому стоку был добавлен сток с водосбора (~18900 км^2), расположенному между упомянутыми постами и государственной границей (пост Январцево), рассчитанный по методике для случаев отсутствия данных и для p = 95%. Для расчета минимально допустимого стока во время половодья (IV-VI) объединенные месячные объемы перемножались на 0,75. Итоги расчета минимально допустимого, или по сути базисного экологического стока, ниже которого подачу воды в русло нижнего Уралу нормативно снижать не рекомендуется, приведены в *таблице 2*.

Таблица 2

Величины расчетного минимально допустимого и природоохранного стока

Вариант	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Минимально допустимый (санитарный) сток													
1а	29,0	20,2	19,3	410	640	190	100	70,2	59,2	56,0	60,0	41,1	1695
Весенний сток оптимальный для ихтиофауны и почвенно-растительного покрова поймы													
1б	0	0	0	1400	4770	1370	0	0	0	0	0	0	7540
2б	0	0	0	1140	3810	1100	0	0	0	0	0	0	6050
3б	0	0	0	1590	2420	565	0	0	0	0	0	0	4575

Базисный экологический сток не способствует нормальному воспроизводству осетровых пород рыб и обводнению поймы. Последнее, при таких расходах воды, по сути и не происходит.

Достижение ранее заявленных целей возможно лишь при бóльших и продолжительных расходах, но главным образом во время половодья.

Расчет экологического стока. Для казахстанского участка Урала расчеты экологического стока ранее выполнялись. Их результаты опубликованы в работе [7]. Но использован подход, базирующийся только на гидрологических данных, без учета гидрологических и водно-биологических особенностей нижнего Урала, и данные по посту Кушум, расположенному далеко от верхней границы казахстанского участка р. Урал и ниже мощных водозаборов г. Уральска и Кушумского канала. Согласно этим расчетам, экологический сток за год для обеспеченностей 25, 50, 75 и 95% соответствует величинам 8,76, 6,3, 4,0 и 3,45 км^3. Дано его распределение по месяцам. В [2] приведены среднемноголетние показатели воспроизводства белуги, осетра и шипа за период 1990-2006 гг., привязанные к разным по водности годам. Отмечено, что наиболее низкая эффективность воспроизводства осетровых пород рыб фиксируется при объеме годового стока в среднем менее 3,5 км^3. В маловодные годы проход на нерест белуги, осетра и шипа уменьшается в среднем на 52, 57 и 38%, по сравнению с многоводными годами, средняя масса скатившейся обратно в море молоди – соответственно на 25, 29 и 74%.

Автор настоящей статьи, как уже ранее отмечено, при расчете экологического стока, во-первых, ограничился только месяцами весеннего половодья (с апреля по июнь), во-вторых, за основу взял эмпирические обеспеченности между гидрологическими характеристиками и биологическими показателями, в-третьих, оцененный экологический сток был определен именно для створа на реке вблизи границы России и Казахстана – у п. Январцево.

Согласно данным Института степи УрО РАН (г. Оренбург) [9], их обновленной (в 2023 г.) версии и сведениям из [10], выше г. Уральска расположено 24 нерестилища (по состоянию на 1981-1982 гг.), от г. Уральска до дельты – 68. Их местоположение известно. Правда, за 12 лет – с 2004 по 2016 г. – было потеряно 761,3 га нерестилищ, или 82% [10]. Это притом, что с 1985 г. площадь нерестилищ уже сократилась на 208 га [11]. Похожие тенденции отмечены и выше г. Уральска. Эффективными нерестилищами считаются русловые, сложенные средним и крупным аллювием, с хорошими скоростями течения. Выше г. Уральска площадь русловых нерестилищ равна 77% от общей, ниже по течению доля русловых нерестилищ была в 2016 г. 82,5%. То есть русловых нерестилищ большинство, и это обеспечивает приемлемый уровень воспроизводства осетровых пород рыб даже при низких половодьях. Остальные нерестилища размещаются на пойменных берегах и требуют затопления более высокими расходами воды. Но маловодные годы неблагоприятны не только исключением пойменных нерестилищ из процесса воспроизводства, но также, во-первых, бóльшим выеданием другими рыбами икры, отложенной осетрами на русловых нерестилищах, поскольку в этом случае концентрация икринок на один гектар увеличивается [11]. Во-вторых, в маловодные годы большая часть пополнения осетра скатывается на стадии личинок, что с учетом дополнительного воздействия высоких температур (до 25°С) и повышенной солености приводит к повышенной степени гибели осетрят в предустьевом пространстве моря.

Период, в течение которого требуются повышенные расходы воды, начинается с момента подхода осетра к устью Урала, реагирующего на весеннее распреснение взморья и нагрев воды, и с заходом рыбы в реку. Массовый весенний ход русского осетра, самого распространенного (наряду с севрюгой) здесь представителя осетровых, происходит в среднем во второй половине апреля – первой декаде мая [11]. Помимо времени на проход рыбы вверх по течению реки (до нерестилищ), расчетный период включает время на откладывание икры (в среднем 5-10 суток), развитие предличинок (~10-14 суток) и скатывание к морю, которое начинается с середины мая. Необходимо понимать, что есть и другие формы осетровых пород рыб, которые нерестятся в другие сезоны года. Но весенняя форма самая многочисленная.

Были построены зависимости количества, скатившейся к устью Урала молоди и прошедших вверх по течению на нерест производителей осетра от сумм среднемесячных расходов воды за апрель-июнь на посту Январцево *(рисунок 1)*. Рыбохозяйственные показатели заимствованы из [11, 12]. Они охватывают период с 1972 по 2009 гг., т.е. с антропогенно нарушенными условиями воспроизводства осетровых, но вне современного маловодного периода, Построенные зависимости оказались неоднозначными, и высокоурожайные (ВУ) и урожайные (У) условия для осетра (с обеспеченностью поголовья производителей и малька в диапазонах <25 и 25-50% по рекомендациям из [4]) достигаются в определенных диапазонах суммарного за апрель–июнь водного стока. Они соответствуют обеспеченностям объемов стока за половодье в среднем 20-70% и 15-90% (для условий естественного стока). Пик достигается при обеспеченностях ~30-45%, т.е. в средние по водности половодья. Второй вывод – численность производителей осетра, прошедших на нерест, с

1994 г. явно сократилась. И причина – не в малой водности реки и низких половодьях, поскольку маловодный период начался намного позже, а в браконьерском вылове в постсоветский период [11]. Это положение стало административными мерами исправляться лишь в XXI в., но с 2008 г. ухудшились гидрологические факторы воспроизводства – наступило длительное маловодье. Третий вывод, как развитие предыдущего тезиса, – между численностью производителей и скатившейся молоди существовала до 1994 г. вполне определенная прямая связь. После она нарушилась.

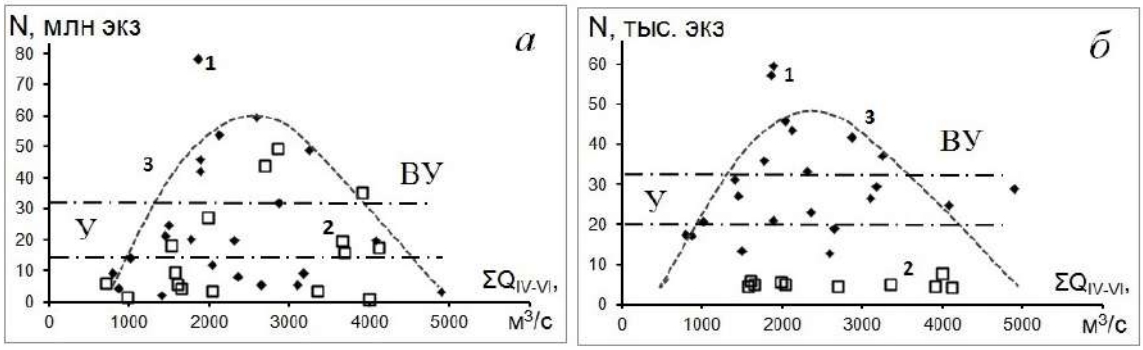


Рисунок 1. Зависимости количества скатившейся в устье р. Урал молоди (а) и прошедших на нерест (вверх по течению) производителей осетра (б) от суммы среднемесячных расходов воды за апрель-июнь на посту Январцево.

Данные по осетровым за 1972-2009 гг. взяты из работ [11, 12]. *Условные обозначения:* 1 – данные до 1993 г., 2 – данные, начиная с 1994 г., 3 – верхняя огибающая, ВУ – высокоурожайные условия, У – урожайные.

Еще один природный водопользователь – это обширные поймы нижнего Урала (с древними дельтами) и их экосистемы [13-15]. Сокращение продолжительности, площади и частоты затопления поймы ухудшает плодородие почв, снижает продуктивность и видовое разнообразие пойменных фитобиоценозов [16-18]. Причем в засушливых районах и на засоленных отложениях Прикаспийской низменности негативный эффект усиливается. Но каких-то, даже общих рекомендаций и тем более предметных научных исследований в отношении критических и оптимальных величин затопления поймы р. Урал обнаружить не удалось. И, вероятнее всего, единого мнения в этом вопросе быть не может, поскольку велика роль местных факторов. Тем не менее, некоторые решения выработать можно, если взять за основу результаты исследований связи параметров лиманного орошения с продуктивностью естественных сенокосов в похожих по своим физико-географическим условиям районах. Такие ценные сведения почерпнуты из работ [17, 19-23]. По итогам анализа этих и других работ, из бесед со специалистами следует, что минимальный срок затопления поймы 4-7 суток, максимальный – 30-40 суток. Оптимальная продолжительность затопления, вероятно, находится в диапазоне от 20 до 30 суток. Такой режим затопления допускает существование большинства кустарников, древесных пород (редких для этой природной зоны) и пойменного травостоя. В то же время, если лиманы, как элемент гидротехнической системы, можно опорожнить довольно быстро, то освобождение поймы от разлившихся речных вод – это инерционный природный процесс, который человеком не контролируется. То есть продолжительность затопления поймы, определяемую по положительной разности уровня в реке и отметки бровки поймы, следует закладывать меньше, возможно начиная от 10-15 суток. Рост температур воздуха и вышедшей на пойму воды требует снижения продолжительности и глубины затопления. Особенно неблагоприятен этот фактор в конце затопления. Оптимальная глубина затопления начинается от 0,1-0,3 м. Наиболее оптимальным и экономически целесообразным для затопления пойменных лиманов признается сток 25%-й обеспеченности.

Чтобы оценить необходимые расходы воды, были определены высотные отметки начала затопления поймы на участках постов; величины продолжительности и глубины затопления пойм за каждый год и за многолетний период; построены графики связи их с суммой расходов воды за апрель-июнь, соответствующих створу поста Январцево *(рисунок 2)*, хронологические графики *(рисунок 3)*, рассчитана многолетняя повторяемость выходов речных вод на пойму.

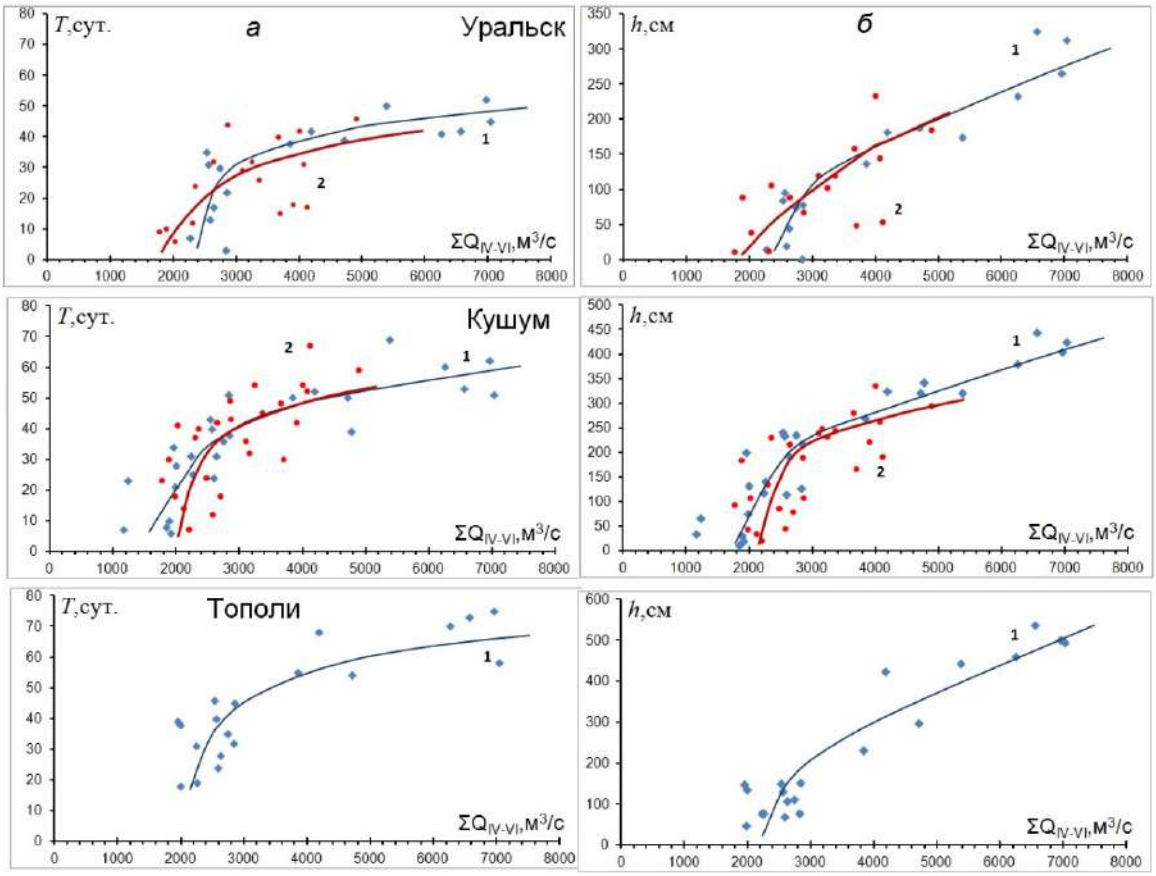


Рисунок 2. Зависимости продолжительности (а) и глубины (б) затопления поймы в низовьях р. Урал от суммы среднемесячных расходов воды на постах Оренбург, Татарская Каргала и Веселый Первый.

Условные обозначения: 1 – данные до 1974 г., 2 – данные, начиная с 1975 г.

Установлено, что затопление поймы р. Урал происходило не каждый год: в среднем 1 раз за 2 года. На каких-то участках затопление наблюдалось чаще. За период 1912/1936-2021 гг. доминирует тенденция снижения повторяемости и масштаба затопления поймы. Причем оно фиксируется намного раньше пуска Ириклинского гидроузла – примерно с середины 1930-х гг. Именно в этот период резко снижается сток соседней Волги и падает уровень Каспия [24]. Новое резкое уменьшение соответствует началу глубокого современного маловодья – с 2008 г. Средняя продолжительность затопления поймы составляет 30-40 сут.; максимальная – 2-2,5 мес. В верхней части рассматриваемого участка Урала затопление поймы начинается в середине – начале третьей декады апреля, в нижней – в конце апреля – начале мая.

В итоге, если принимать оптимальную продолжительность затопления поймы в диапазоне 20-30 суток, а глубины – от 0,5 до 1 м, то им будут соответствовать объемы стока за половодье обеспеченностью от 30 до 50%, с учетом связей между параметрами затопления поймы и суммой месячных расходов воды. Если же рассматривать связи между показателями численности осетровой молоди и параметрами затопления поймы, то наилучшие условия формируются при затоплении поймы на 30 суток и глубиной до 1 м (р=30-40%). Таким образом, установлено, что наиболее благоприятные экологические условия, при учете интересов как водных, так и околоводных экосистем, соответствуют стоку половодья 30-50%-ной обеспеченности. Поскольку не каждый год можно удерживать весенний сток на столь высоком уровне, обоснование диапазона благоприятных гидрологических условий позволяет более эффективно и с минимальным ущербом для ихтиофауны и почвенно-растительного покрова регулировать максимальный сток. Зная распределение стока по месяцам в годы с половодьем соответствующей обеспеченности, был рассчитан гидрограф с апреля по июнь для р=35% (вариант № 1б) и р=50% (вариант № 2б) *(таблица 2)*. Также был рассчитан вариант 3б для р=70%, т.е. когда пойма почти не затапливаются, но поддерживаются урожайные условия для воспроизводства осетра.

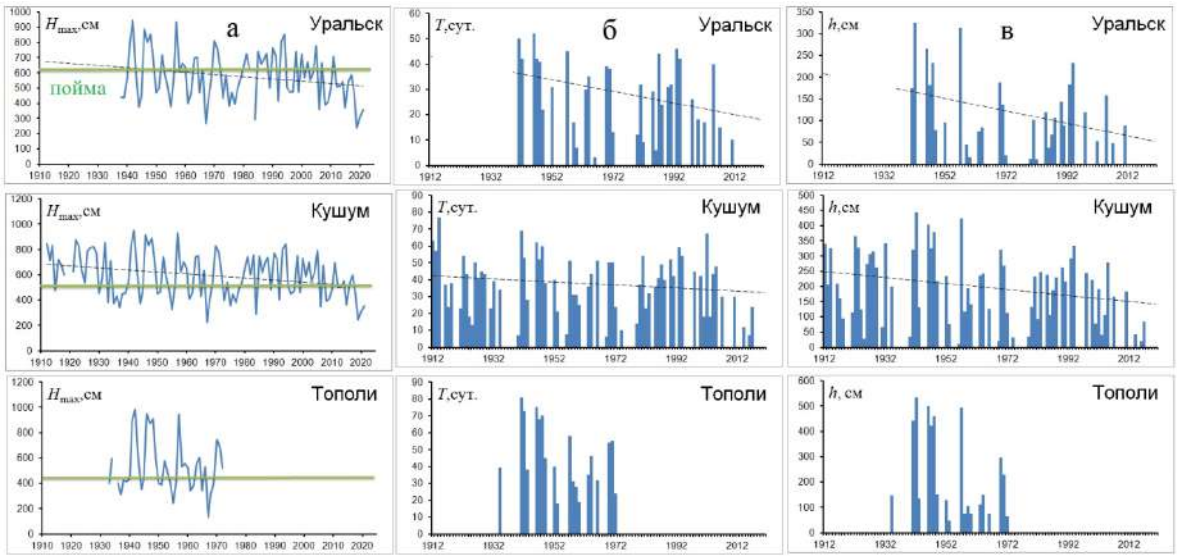


Рисунок 3. Многолетние колебания максимального уровня (а), продолжительности (б) и глубины (в) затопления поймы р. Урал, с 1912 по 2021 гг.

Заключение. На основе обширных и достоверных гидрологических и биологических данных, принимая во внимание результаты предыдущих исследований, прежде всего связанных с разработкой Б.В. Фащевским, В.Г. Дубининой (и их коллегами) «Методики расчета экологического стока рек», а также используемые в водохозяйственных расчетах подходы был впервые приблизительно оценен месячный и годовой сток р. Урал на границе России и Казахстана, который бы не ухудшал условия существования водных и околоводных биоценозов, сохранял бы реку как гидрографический объект, и др. Предложено несколько вариантов.

Статья подготовлена в рамках темы № FMWZ-2022-0001 Государственного задания ИВП РАН.

Список литературы

1. Магрицкий Д.В., Ефимова Л.Е., Гончаров А.В., Кенжебаева А.Ж. Особенности современного водопользования в нижнем течении р. Урал, его проблемы и гидроэкологические последствия // Вопросы степеведения. 2022. № 1. С. 28-49.

2. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов реки Урал (Жайык) с притоками / ПК «Институт Казгипрводхоз». Отчет в 6 т. и 11 кн.; Л.А. Малый, Д.Г. Рымкулова, Г.А. Сафонов и др. Алматы, 2007.

3. Дубинина В.Г. Методические основы экологического нормирования безвозвратного изъятия речного стока и установления экологического стока (попуска). М.: Экономика и информатика. 2001. 118 с.

4. Дубинина В.Г., Косолапов А.Е., Скачедуб Е.А., Коронкевич Н.И., Чебанов М.С., Методические подходы к экологическому нормированию безвозвратного изъятия речного стока и установлению экологического стока (попуска) // Водное хозяйство России. 2009. № 3. С. 26-61.

5. Фащевский Б.В. Экологическое обоснование допустимой степени регулирования речного стока. Минск: БелНИИНТИ, 1989. 51 с.

6. Acreman M. Environmental flows – basics for novices // WIREs Water. 2016. P. 1-7. DOI: 10.1002/wat2.1160.

7. Научные основы нормирования экологического стока рек Казахстана / под ред. М.Ж. Бурлибаева. Алматы: Изд-во «Каганат», 2014. 408 с.

8. Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты. М., 2007. 56 с.

9. Паспортизация нерестилищ осетровых рыб на среднем плесе р. Урал: отчет о НИР (окончат.) / Оренб. сельскохоз. ин-т. Оренбург, 1983. 146 с.

10. Нерестилища осетровых рыб р. Жайык. Атлас. Алматы, 2017. 157 с.

11. Камелов А.К. Современное состояние популяции русского осетра р. Урал и мероприятия по ее восстановлению: Автореф. Дисс. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2004. 24 с.

12. Исбеков К.Б., Камелов А.К., Асылбекова С.Ж., Куликов Е.В., Кадимов Е.Л. Современное состояние естественного воспроизводства осетровых рыб в реке Урал // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. 2018. № 2. С. 81-88.

13. Кокин П.П. Гидрология среднего и нижнего течения реки Урала // Труды Казахст. филиала АН СССР. Вып. 11. Т. 2. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. С. 87-152.

14. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып. 2. Урало-Эмбинский район. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 511 с.

15. Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология. Екатеринбург, 2008. 312 с.

16. Барышников Н.Б. Морфология, гидрология и гидравлика пойм. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. 280 с.

17. Комиссаров А.В. Оптимизация водного режима почв и минерального питания многолетних трав и пропашных культур в агроэкологических условиях Южного Урала: Автореф дис. ... д-ра с.-х. наук. Уфа, 2016. 42 с.

18. Сурков В.В. Динамика природных комплексов поймы верхней Оби в условиях сокращения ее затопления // География и природные ресурсы. 1998. № 2. С. 102-109.

19. Биримкулова Б.А. Совершенствование конструктивных элементов и технологии затопления пойменных лиманов Центрального Казахстана: Автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Алматы, 2009. 24 с.

20. Кириллов А.В. Лиманное орошение – средство повышения урожайности сеяных трав // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. № 3 (19). С. 42-45.

21. Нежиховский Р.А. Наводнения на реках и озерах. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 183 с.

22. Онаев М.К., Турганбаев Т.А., Сапарова Н.А. Продуктивность естественного травостоя на инженерных лиманах при многолетней эксплуатации // Мелиорация и водное хозяйство. 2013. № 1. С. 5-7.

23. Туктаров Б.И., Мосиенко Н.А. и др. Интенсификация производства кормов на лиманах Саратовской области: Рекомендации. Саратов, 1997. 41 с.

24. Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные гидрологические явления / под ред. В.Н. Михайлова. М.: ГЕОС, 2013. 703 с.

УДК 556.5:556.54(282.247.444)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-793-801

ЭКОЛОГО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДЕЛЬТЫ ТЕРЕКА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

ECOLOGICAL-HYDROLOGICAL AND WATER MANAGEMENT PROBLEMS OF THE TEREK RIVER DELTA AND WAYS TO SOLVE THEM

Магрицкий Д.В.[1], Михайлова М.В.[2], Самохин М.А.[1]
Magritsky D.V.[1], Mikhailova M.V.[2], Samokhin M.A.[1]

[1]Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия
[2]Институт водных проблем РАН, Москва, Россия
[1]Department of Geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia,
[2]Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: magdima@yandex.ru

Аннотация. Статья содержит итоги анализа водохозяйственных и экологических проблем, с которыми по-прежнему сталкиваются население, производственный комплекс и инфраструктура, природоохранная деятельность в уникальной дельте Терека. При этом большую часть исходных данных составили собственные материалы авторов, несколько десятилетий занимающихся гидрологическими аспектами этого региона. Основное внимание уделено проблеме речных наводнений, быстрых и масштабных русловых переформирований, дефициту пресноводных ресурсов и плохого состояния мелиоративных систем, сокращению числа и площади дельтовых водоемов – на примере Аграханского залива. В работе много конкретных данных, в том числе новых. По каждой из проблем авторы знакомят с перечнем традиционных и новых мер по ее решению, в том числе по материалам собственных теоретических и полевых исследований.
Ключевые слова: наводнение, водный дефицит, оросительная система, Аграханский залив.

Abstract. The paper contains the results of the analysis of water management and environmental problems still faced by the population, the industrial complex and infrastructure, environmental protection activities in the unique Terek River Delta. At the same time, most of the initial data were made up of the authors' own materials, which have been dealing with the hydrological aspects of this region for several decades. The main attention is paid to the problem of river floods, rapid and large–scale riverbed transformations, shortage of freshwater resources and poor condition of reclamation systems, reduction in the number and area of delta reservoirs - on the example of the Agrakhan Bay. There is a lot of specific data in the work, including new ones. For each of the problems, the authors introduce a list of traditional and new measures to solve it, including the materials of their own theoretical and field research.
Key words: flood, water shortage, irrigation system, Agrakhan Bay.

Дельта р. Терек – традиционный и важный район развития сельского хозяйства и рыбной отрасли. Здесь несколько крупных населенных пунктов, включая город Кизляр, много водных объектов – мест обитания водных млекопитающих и птиц, в том числе перелетных, туводных и мигрирующих рыб; на востоке дельты функционирует Аграханский заказник. У территории огромный потенциал для туристической и рекреационной деятельности. Успешное функционирование всех этих отраслей, высокое качество жизни населения и поддержание экологической роли дельты требует обилия водных объектов и их хорошее водообеспечение, прежде всего пресными водами, предупреждения и защиты от неблагоприятных гидрологических явлений, антропогенного загрязнения и нерационального использования природных вод.

Это не так легко осуществить, несмотря на увеличение водности Терека, начиная с 1988 г. [1]. Причин несколько. Во-первых, происходит аридизация климата по мере современного роста температур воздуха на фоне слабо меняющихся осадков. Во-вторых, средний уровень Каспийского моря после 1995 г. падает. В 1995 г. он находился на максимальной отметке в -26,5 м БС. С 2005 г. началось основное снижение уровня моря, которое ускорилось с 2019 г., и к концу 2023 г. средний уровень достиг отметки -28,8 м БС. Это всего на 0,2 м выше самой низкой отметки, вероятно, за последние 1000 лет. Как следствие, уровень связанных с морем подземных вод и приморских лагун тоже понизился. В-третьих, сток Терека, по сути, проходит транзитом дельту – по руслу вначале самой реки, а затем по магистральному рукаву Каргалинский Прорыв

и каналу-прорези через Аграханский п-ов. То есть огромная дельта р. Терек площадью 8900 км^2 не обладает естественной распределительной рукавов и проток, поэтому обводнение ее территории и водоемов возможно лишь посредством принудительного рассредоточения речных вод, либо во время наводнений. Чтобы снабжать речной водой удаленные от Терека и магистрального рукава районы в дельте были созданы обширные мелиоративные системы [1, 2-6]. Системы к северу от Каргалинского Прорыва, в старой части дельты, создавались на месте отмерших дельтовых рукавов и проток *(рисунок 1)*. Они подают воду к населенным пунктам, включая г. Кизляр, к фермам, на орошаемые сельхозугодья, обводняют рыбохозяйственные водоемы. К югу от магистрального рукава – это, прежде всего, Дзержинская оросительная система (ОС). Мелиоративные системы в дельте Терека функционируют неустойчиво из-за: 1) большой мутности речных вод и занесения каналов; 2) быстрых переформирований русел Терека и рукава; 3) случающихся во время половодья и паводков прорывов защитных дамб и наводнений, например в 2002 и 2005 гг.; 4) плохого состояния гидротехнических сооружений, начиная с 1990-х гг., и отсутствия единого отвечающего за них ведомства; 5) «водных» и «земельных» конфликтов.

Гидроэкологическим следствием этих неблагоприятных факторов стало существенное ухудшение обводнения старотеречной (северной) части дельты, сокращение площади Аракумских и Нижнетерских озер и гидролого-морфологическая деградация северного отсека Аграханского залива. Тогда как положительным примером успешного сохранения экономического и гидроэкологического потенциала дельтовых угодий выглядит ситуация с обводнением южной части дельты Терека (в пределах Дзержинской ОС) и сохранением большого водоема в южной части бывшего Аграханского залива [7-10]. Хотя в 1970-х гг. Южный Аграхан мог исчезнуть, эволюционировав в заболоченные водные угодья.

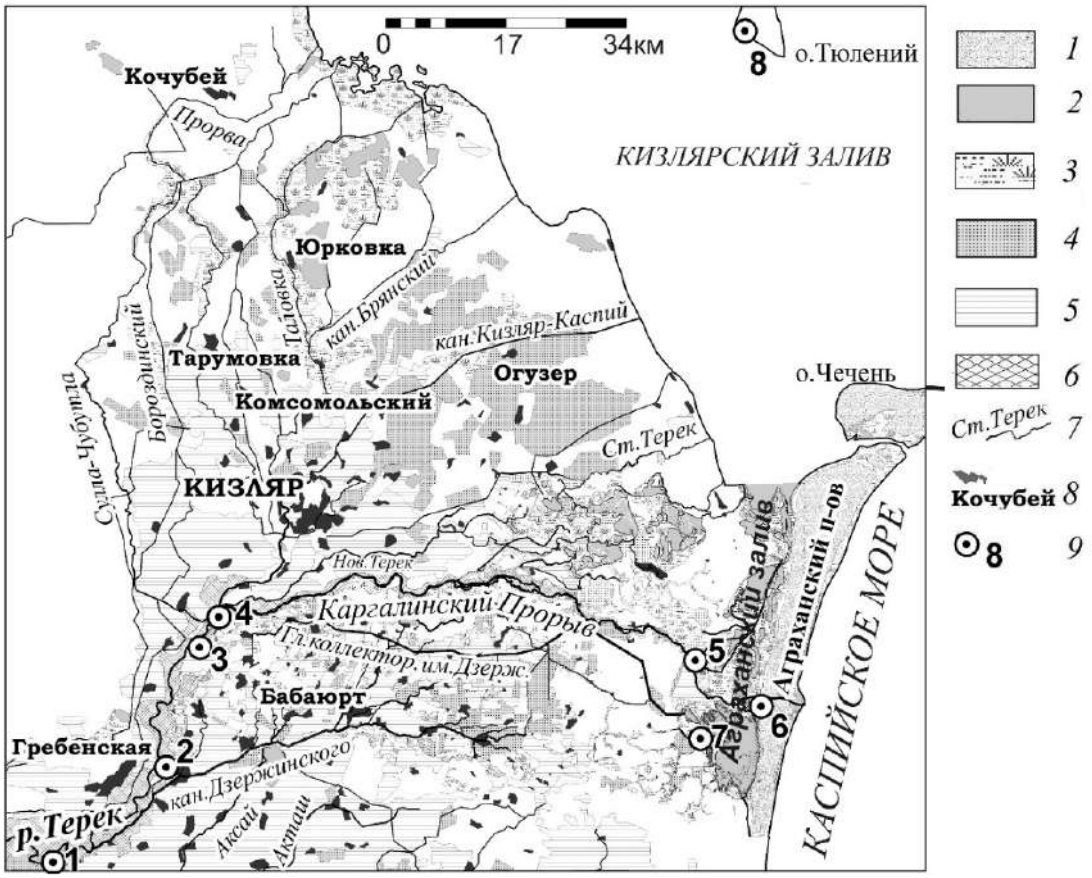


Рисунок 1. Современная дельта р.Терек [9].

1 – пески Аграханского п-ова, *2* – внутридельтовые водоемы, *3* – плавни и заболоченные земли, речные разливы, *4* – рисовые чеки, земли лиманного орошения, *5* – пашня и земли орошаемого земледелия, *6* – залесенные участки, *7* – река, рукава, каналы, коллекторы, *8* – населенные пункты, *9* – гидропосты: 1 – Хангаш-Юрт, 2 – Гребенская, 3 – Каргалинская, 4 – нижний бьеф Каргалинского гидроузла, 5 – Аликазган, 6 – Дамба, 7 – Новая Коса, 8 – о. Тюлений.

Материалы и методы. При проведении представленных в настоящей статье исследований использован огромный и уникальный массив из самых разнообразных данных. Во-первых, это результаты многолетних исследований географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в дельте Терека и, в целом, в Прикаспии, в которых принимали участие и авторы. Они опубликованы в многочисленных работах, венцом которых стала изданная в 2013 г. фундаментальная монография «Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные явления» [1]. Во-вторых, материалы недавних обширных полевых гидрологических работ (в 2018-2020 гг.), в которых также принимали участие авторы. Подробно о них рассказано в [9, 10]. В-третьих, это данные многолетних стационарных гидрометеорологических измерений на 5 речных и одном озерном постах, двух метеостанциях и двух морских постах *(рисунок 1)*. В-четвертых, это ведомственные материалы и отчеты, в частности ФГБУ «Минмелиоводхоз». В-пятых, это разновременные картографические материалы и спутниковые снимки; построенные на их основе многослойная ГИС и тематические карты. В-шестых, опубликованные в статьях и книгах, размещенные в интернете сведения сторонних специалистов и научных коллективов.

Результаты и их обсуждение. ***Перестройка русловой сети и речные наводнения.*** Дельта Терека – это один из немногих крупных и освоенных устьевых районов в России, где проблема речных наводнений окончательно не решена [1, 2, 11, 12]. Высокая угроза объясняется: 1) низкими высотными отметками дельтовой равнины; 2) особенностями водного режима реки; 3) огромным стоком наносов (18 млн т/год), сопоставимым со стоком таких крупнейших рек страны как Енисей, Лена, Обь, и, как следствие, высокой интенсивностью русловых процессов, приводящих к подъему отметок дна русел и уровня воды в водотоках над прилегающей местностью, к размыву берегов, к относительно быстрому появлению новых и отмиранию существующих рукавов, а также целых русловых систем [1, 13, 14]. В числе других факторов, усиливающих катастрофичность паводков, высоту подъема уровней или увеличивающих ущерб, следует указать заторы льда и зажоры в реке и рукавах; низкая естественная зарегулированность стока реки и отсутствие крупных водохранилищ в бассейне; непродуманная хозяйственная деятельность; крупномасштабные колебания уровня Каспия и устьевое удлинение рукавов; «слабость» тел дамб обвалования, сооружаемых из местного песчано-илистого материала.

Первые упоминания о наводнениях в дельте Терека относятся еще к XVIII в. В XIX в. и первой половине XX в. наводнения, нашедшие отражение в литературных источниках, происходили в той или иной части дельты в среднем 1 раз в 1-2 года [1, 11]. Катастрофические наводнения, подобные 1863, 1900 и 1914 гг., случались до середины XX в. приблизительно 1 раз в 15 лет. С 1900 г. в дельте, по приблизительным оценкам, произошло 32 умеренно опасных, 14 опасных и 4 особо опасных речных наводнений. Обычно затопления сопровождали весенне-летнее половодье и проходящие на его базе дождевые паводки: 85% событий пришлось на июнь-август. Но есть упоминания об опасных разливах во время зимних паводков и сопровождавших их ледяных заторов. В настоящее время опасные заторы льда и зажоры по-прежнему периодически возникают (последние были в 2006 и 2010 гг.), но их повторяемость уменьшилась: в реке – с 20-50 до 5-11%, в рукаве – с 55-60 до 40-45%.

При катастрофических наводнениях, а также вследствие объединения разлившихся вод Терека, Аксая и Акташа могла затопляться значительная часть дельты Терека – площадью до 1500 км^2. Во время наводнений в 1863 и 1914 гг. она составила соответственно 840 и 740 км^2. Как правило, частым и обширным затоплениям подвергались участки дельты вдоль магистральных и крупных водотоков, поэтому их границы и местоположение менялись с перестройкой русловой сети дельты. Так, во второй половине XIX в. основная зона затопления протягивалась вдоль рукавов Бороздинская Прорва и Таловка, а с середины XX в. – вдоль рукава Каргалинский Прорыв *(рисунок 2)*. В целом площадь затопляемых дельтовых угодий при паводках 1%-ной обеспеченности может превысить 1200 км^2, включая дельтовые водоемы. Паводки в Нижнетерской зоне несут потенциальную угрозу для 120 населенных пунктов, включая г. Кизляр.

Ежегодные затопления, не раз перераставшие в масштабные наводнения, постоянно лимитировали хозяйственную деятельность в дельте р. Терека, ограничивали ее заселение, приводили к значительным и разнообразным ущербам, кризису в целых отраслях, например в виноградарстве и виноделии. Поэтому с давних пор с опасными разливами речных вод велась борьба. Защитное обвалование, которое начали проводить еще с XVIII в., а на постоянной основе – с 1845 г., являлось самой первой, по-прежнему продолжающейся, но недостаточной мерой.

Земляные валы были неустойчивы к размыву, требовали значительных средств на их ремонт и дальнейшего наращивания, способствовали аккумуляции наносов внутри междамбового участка и повышению отметок дна и водной поверхности по отношению к прилегающей местности. С середины XX в., помимо дамб и дноуглубления в руслах, на снижение угрозы наводнений позитивно повлияли крупномасштабный забор воды в бассейне Терека, сооружение разветвленной мелиоративной сети в дельте и распределительных гидроузлов. Заметное ослабление угрозы наводнений произошло после открытия в 1977 г. искусственной прорези через Аграханский п-ов. Но поскольку ввод прорези совпал с началом повышения уровня Каспия, позитивный эффект данного мероприятия к середине 1990-х гг. – началу XXI в. практически исчез. В начале XXI в. основной упор сделан на русловыпрямительных и дноуглубительных работах, дальнейшее развитие системы защитных дамб, в том числе с применением новых решений. По-прежнему огромную позитивную роль способно играть перераспределение части паводкового стока в обширную мелиоративную сеть дельты, но при условии ее реконструкции. Предлагается также сооружение на северо-западных границах дельты (в Ногайских степях) временного приемника паводковых вод Терека; а также реализация комплекса неинженерных мероприятий, перечисленных в [11]. Уже почти 20 лет в дельте не было серьезных наводнений.

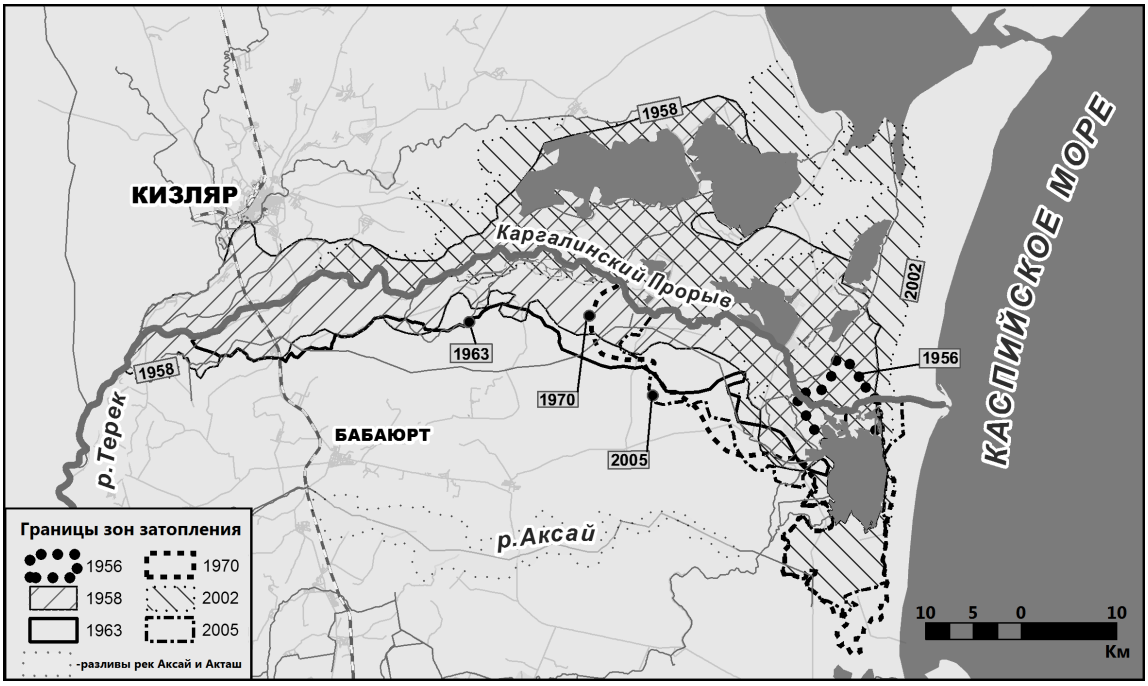


Рисунок 2. Карта-схема зон затопления в дельте Терека во время наиболее крупных речных наводнений во второй половине XX в. и начале XXI в. [1, 11].

Дефицит пресноводных ресурсов и проблемы распределения речных вод. Дельта р.Терек расположена в зоне полупустынь, и ее нормальное водообеспечение обеспечивается притоком необходимого количества и качества речных вод, распределением их по территории дельты, временным удержанием этих вод в естественных и искусственных водоемах. Все эти особенности предопределяют четыре вида водного дефицита и меры по его преодолению [1]. Важно отметить, что если речные наводнения случаются все же не так часто, особенно катастрофические, то проблема нехватки пресноводных ресурсов (в тот или иной сезон года, или районе дельты) существует постоянно. Поэтому накопленный ущерб от этих явлений не меньше, если не больше, чем от катастрофических наводнений.

Дефицит вод первого вида обусловлен общим снижением водности реки и объемов речных вод, поступающих в дельту реки, и характерен для отдельных маловодных лет и многолетних маловодных периодов. В этом случае нехватку водных ресурсов испытывает большинство водопотребителей и водопользователей, а условия жизнедеятельности растений, животных и микроорганизмов ухудшаются практически на всем пространстве дельты. Ситуация может усугубиться при значительном повышении местной температуры воздуха, интенсивных и безвозвратных заборах воды. На нижнем Тереке маловодными были 1945-1987 (8,5 км^3/год) с

самым маловодным 1986 г. (6,4 км^3/год). Это было вызвано не только естественными факторами, но и увеличением водопотребления на водосборе. Со второй половины 1980-х годов для Терека и постов в его дельте отмечено увеличение стока. В итоге период с 1988 по 2003 г. можно охарактеризовать как средний по водности (9,3 км^3/год), а с 2004 г. – уже действительно многоводный (>11 км^3/год). Этот рост объясняется как влиянием гидроклиматических факторов (увеличением осадков, усилением таяния снежников, ледников), так и снижением с 1990-х гг. водохозяйственной нагрузки на сток. То есть этого типа дефицита в настоящее время нет.

Дефицит пресноводных ресурсов второго вида связан с «неблагоприятным» для отдельных водопотребителей и водопользователей, а также дельтовых экосистем распределением речного стока в течение года, даже в годы со средней или повышенной водностью. На зарегулированных реках он решается межсезонным перераспределением стока водохранилищами, а также межбассейновой переброской речных вод. Река Терек не зарегулирована, межбассейновая переброска организована выше дельты и в направлении от р.Терек. Тем менее, этот тип водного дефицита тоже не самый серьезный из-за благоприятного водного режима реки, характеризуемого прохождением максимального стока именно в вегетационный сезон и в период наиболее активного водопотребления в дельте. Но проблемы возникают во время низкого весенне-летнего половодья.

Дефицит водных ресурсов третьего вида характерен для больших по площади дельт, в которых при некоторых условиях ухудшается водообеспечение отдельных территорий и водных объектов. Подобное может произойти вследствие малого количества рукавов и проток, из-за естественной эволюции русловой сети дельты и отдельных ее элементов – активизации одних водотоков и их систем и отмирания других. Опасный характер этот процесс приобретает в дельтах в аридных условиях и со скачкообразным изменением строения русловой сети. Ярким примером неблагоприятного рассредоточения речного стока служит как раз дельта Терека в условно-естественный период. Нормальное с экологической и экономической точек зрения распределение водного стока в дельтах достигается путем строительства вододелителей и систем каналов разного назначения.

В дельте Терека есть несколько районов и объектов, испытывающих нехватку в притоке речных вод. Наиболее сложная ситуация сложилась в северной части дельты. В эту часть дельты сток Терека искусственно перераспределяется низконапорным Каргалинским гидроузлом (ГУ) и разветвленной системой каналов. В 1970-1980-х гг. сюда поступало около 2500 млн м^3 речных вод в год, или около 30% годового стока Терека на посту Хангаш-Юрт. Этих объемов было достаточно для водоснабжения населенных пунктов и предприятий, полива полей, водопоя скота, обводнения водоемов и водообеспечения даже соседних Тарумовского, Ногайского и Шелковского районов. В начале XXI в. перераспределенный сток уменьшился до 1710 млн м^3. Причины – объективное снижение объемов водопотребления, начиная с 1990-х гг., заиление и занесение наносами каналов, ухудшение состояния и даже разрушение отдельных водозаборных сооружений, насосных станций, дамб обвалования. В настоящее время этот район дельты не получает требуемого количества речных вод, что негативно отражается на его экономическом развитии, качестве жизни населения, процессах почвообразования и биоценозах. Особенно катастрофическая ситуация сложилась в отношении Аракумских и Нижнетерских озер / водохранилищ и связанной с ними рыбохозяйственной отраслью, особенно для местного населения. В результате такие опасные явления, как разливы речных вод и затопление дельтовых угодий вдоль рукава Каргалинский Прорыв (как в 2002 и 2005 г.) [1, 12], на незаселенных и неосвоенных территориях попадают в категорию благоприятных, так как обводняют и промывают почву, водоемы, русла каналов, стимулируют рост кормовых трав, улучшают рыбохозяйственные условия.

Наоборот, в южной части дельты Терека более благоприятная ситуация с водообеспечением. Она занята обширной Дзержинской ОС, которую питает крупный канал им. Дзержинского, отходящий вправо от р. Терек – ниже с. Хангаш-Юрт и вершины дельты. Система, существует с 1940-1950-х гг., обводняет 157 тыс. га земель, включает 524 км каналов для распределения и подачи речной воды на поля и в населенные пункты, 514 км коллекторов, собирающих использованную воду с полей и сбрасывающих ее в Каргалинский Прорыв и Южный Аграхан. В последние годы ведется ее активная реконструкция. В головной части канала расположен регулирующий гидроузел, который вместе с самим каналом имеет пропускную способность 40-45 м^3/с (но обычно забор не превышает 25 м^3/с). Больше всего воды в канал забиралось в 1980-х гг. – около 0,60 км^3/год. В XXI в. объемы уменьшились до 0,45 в 2000-х гг.

и 0,40 км^3/год в последнее время. Эти объемы расходятся по каналам, отходящим от магистрального канала, и к устью канала речная вода практически заканчивается. Режим работы канала сезонный – с ноября по март (включительно) забор воды из Терека прекращается для подготовки системы к будущему сезону.

Главный элемент русловой системы по сбору и транспортировки использованных и дренажных вод – это Главный коллектор им. Дзержинского. Он в отличие от магистрального канала от начала до впадения в Южный Аграхан свои поперечные размеры, наоборот, увеличивает вслед за нарастанием расходов воды от первых м^3/с до 15-20 м^3/с и больше в летний (пиковый) сезон при пропускной способности 35 м^3/с. В устье коллектора сток в конце 1990-х – начале 2000-х гг. был около 290-295 млн м^3/год (данные ФГБУ «Минмелиоводхоз РД»), а к настоящему моменту сократился до 85-150 млн м^3/год, опять же по официальным данным. В то же время, согласно данным натурных измерений с марта 2019 г. по июль 2020 г., такого снижения объемов теперь нет, и он по-прежнему равен ~280-300 млн м^3/год [5, 9]. Этого вполне достаточно для поддержания стабильного гидрологического состояния Южного Аграхана. В течение года расходы воды в Главном коллекторе увеличиваются в апреле (с момента начала забора воды в канал им. Дзержинского), быстро достигают максимальных значений в мае-августе, испытывают снижение с сентября и особенно резкое в октябре. Стоковая доля летних месяцев 48%.

Проблема коллекторных вод, сбрасываемых в уникальный Южный Аграхан, – это их повышенная минерализация и загрязнение разными соединениями. В 2018-2020 гг. впервые идентифицированы основные участки гидрохимической трансформации речных вод в пределах Дзержинской ОС, их загрязнения и дальнейшее распространение загрязняющих веществ [5]. Превышение (по ПДК) наблюдается по сульфатам, биогенным веществам, тяжелым металлам и др.

Дефицит водных ресурсов четвертого вида обусловлен сильным загрязнением речных и подземных вод, ухудшением их качества и невозможностью их использовать без предварительной и сложной и затратной водоподготовки, даже в условиях достаточной водности реки. Это как раз характерно для низовьев и устьев рек, в которые поступают воды со всего бассейна реки (со всеми его источниками загрязнения поверхностных и подземных вод) и имеются собственные источники загрязнения вод. В нижнем течении Терека категория качества воды *умеренно загрязненная* или *загрязненная*.

Гидроэкологические проблемы Аграханского залива и меры по его реабилитации. В XX в. в дельте Терека находилось большое число водоемов – естественного и антропогенного происхождения, определявших водно-ресурсный, рыбохозяйственный, экологический и туристический потенциал этой территории. К настоящему времени их число и занимаемая площадь в разы сократились. Показательна в этом смысле история с морским Аграханским заливом в восточной части дельты Терека.

Аграханский залив до начала XX в. сохранял черты типичного морского залива, глубоко вдающегося в сушу и со свободной гидравлической связью с Каспийским морем. Площадь водной поверхности залива была ~340 км^2, глубины – 3,5-4,0 м [9]. Мелководность залива и его защищенность от штормового волнения, малая соленость вод и обилие корма делали его уникальной средой для обитания и размножения осетров. На протяжении нескольких столетий это был один из главных рыбопромысловых участков Каспийского моря, где помимо осетровых ловили лососевые, особый вид каспийской сельди, воблу, судака, сомов, сазана, жереха, лещей и др. [15]. Изменение направления течения Терека в 1914 г. с северного на восточное и впадение его в Аграханский залив и Северный Каспий, а с 1977 г. – в Средний Каспий изменило гидролого-морфологическое и экологическое состояние залива. К настоящему времени Аграханский залив не имеет черт обычного морского и единого водоема *(рисунки 1, 3)*. Они были «утеряны» еще в 1960-1970-х гг. Он представляет собой дельтовый озерно-плавневый массив, разделенный руслом, поймой и защитными валами Каргалинского Прорыва на две обособленные и неравноценные части – северную и южную, обладающие своей гидрографической сетью, гидрологическим режимом, ландшафтами, биотой и антропогенной нагрузкой, находящимися на разных стадиях гидролого-морфологической деградации. Суммарная площадь водного зеркала разобщенных водоемов в исторических границах Аграханского залива авторами оценена в 146 км^2, плавней – 112 км^2. Таким образом, открытая водная поверхность сократилась почти в 2,5 раза по сравнению с началом XX в. Остальные угодья – это галофитные степи, солончаки, пастбища и сенокосы, которые постепенно расширяются. Наиболее сложная ситуация складывается в северной части бывшего Аграханского залива, где за несколько последних лет (2020-2023 гг.) практически лишились всех водоемов южный и средний отсеки Северного Аграхана.

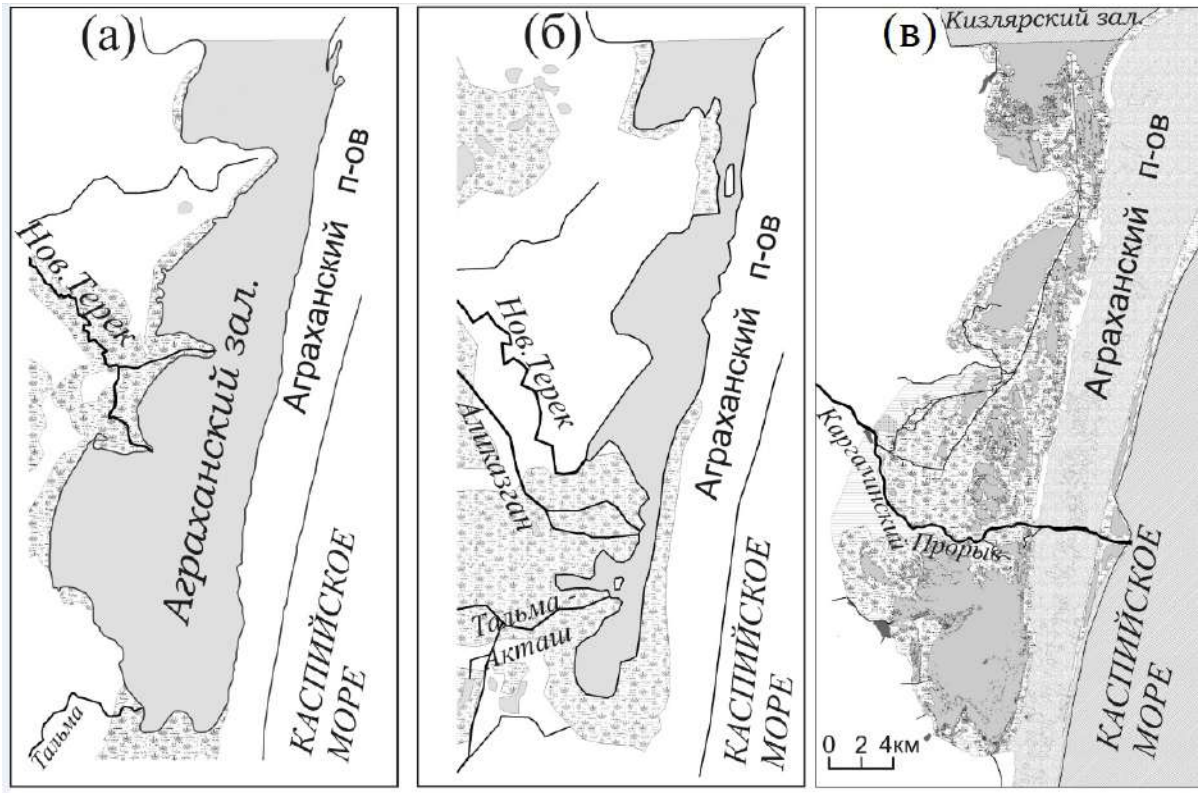


Рисунок 3. Астраханский залив в начале XX в. (а), в середине 1950-х гг. (б) и в 2016-2019 гг. (в) [9].

Существенные преобразования в гидрологическом режиме и морфологическом строении повлекли за собой обеднение видового состава ихтиофауны, исчезновение осетровых и сельдевых, резкое снижение объемов рыбного промысла [8, 16]. Но одновременно с расширением тростниковых зарослей увеличилась численность и разнообразие пернатых [9]. Прогноз на будущее для водно-болотных угодий, прежде всего в северной части Астрахана, неблагоприятный – по множеству причин. Существует опасность потери для региона уникальной гидрографической системы, по-прежнему важного рыбохозяйственного участка и экологически ценных водно-болотных угодий с разнообразными и охраняемыми видами животных, птиц и растений, а также – рекреационно-туристического объекта. Важно также, что Астраханский залив поддерживает необходимый уровень грунтовых вод, сдерживая вторичное засоление почв, служит естественной преградой превращения этой части дельты в солончаки, сухие степи и, может быть, пески.

Предотвратить негативный сценарий могли бы оперативные гидротехнические мероприятия. Они различаются для Южного и Северного Астрахана. Мало того, для каждого из отсеков Северного Астрахана их перечень также разный. Кратко они представляют собой многоэлементный комплекс [9, 10]. Для южного отсека Северного Астрахана признано, что восстановление (в исторических границах) единой водной акватории невозможно и нецелесообразно. Эта часть перестала быть водной акваторией в период с 1930 по 1973 г., имеет более высокие высотные отметки поверхности и уклон в сторону Кизлярского залива, водопроницаемые грунты, удалена от моря, занята сельхозугодьями и ареалом обитания сухопутных животных заказника. Тем не менее предлагается с целью сохранения его водно-болотного статуса периодически обводнять (водой из Каргалинского Прорыва и сбросного канала из Южного Астрахана) в его восточной части озерно-плавневый массив площадью ~16 км^2 с поддержанием глубин <0,5 м. В западной части необходима реконструкция Кубякинского канала (первоочередное мероприятие) с постройкой шлюза в его истоке и наносоотстойников, а также восстановление стока по каналу Росламбейчик. Для среднего отсека рекомендуется сезонное обводнение (водой из Кубякинского канала) озера Кузнечонок и Западны́х озер, которые следует предварительно обваловать, углубить и обустроить рыбоходами, поддержание в них глубин ≥1,5 м во время нереста рыбы. Также рекомендуется восстановить сток по Кордонке. В северном отсеке, во-первых, следует обеспечить распреснение морских вод зал.

Кара-Мурза и южной части зал. Кизлярского водой из Кубякинского канала с достижением целевых показателей от ~5‰ с октября по февраль до <3‰ с марта по сентябрь с целью «привлечения» рыбы на заход на нерест; во-вторых, необходимо обеспечить нормальные глубины в Кара-Мурза и предотвращение его осушения из-за падения уровня моря, особенно во время сильных ветровых сгонов. Это предлагается осуществить путем его обвалования, углубления в основной чаше и строительства подпорной и затопляемой дамбы (с отметками гребня -27,5…-28,0 м БС и длиной 2 км) на северной (мористой) границе Кара-Мурзы. Для всех мероприятий определены параметры и локализация работ.

Для Южного Аграхана восстанавливать связь с морем нецелесообразно и чревато негативными гидрологическими и экологическими последствиями, вплоть до полного спуска водоема. Тем не менее, для восстановления его рыбохозяйственного, орнитологического и рекреационного потенциала предлагается [5, 8-10]: 1) изменить режим сбросов в Гаруновский канал с целью достижения скоростей течения 0,6-0,7 м/с и глубин 1,6-1,9 м в марте–октябре, построить ступенчатый рыбоход; 2) изменить структуру приходной части водного баланса за счет увеличения доли речных вод, способных поступать по магистральному каналу Дзержинской ОС, либо путем частичной замены использованных вод в Главном коллекторе терскими водами, либо напрямую из Каргалинского Прорыва (запасной вариант); 3) в отдельных частях выполнить дноуглубление, создать искусственные нерестилища и зимовальные ямы для рыбы, провести биомелиорацию и частично свести заросли тростника; 4) провести ремонт каналов и дамб.

Заключение. Дельта р. Терек уникальный гидрографический и экономический район, играющий для региона неоценимую экологическую роль. Устойчивое социально-экономическое развитие и природный потенциал этой территории в первую очередь связаны с р. Терек, дельтовыми водными объектами и водохозяйственными системами. Они, с одной стороны, основа для функционирования социально-хозяйственного и природного комплексов, с другой, источник разных гидрологических опасностей. В настоящей работе авторы попытались не только обозначить эти противоречия и современные проблемы, но и детализировать их, дать обзор решений.

Статья подготовлена в рамках госбюджетной темы (I.10, ЦИТИС 121051400038-1). Часть работы, связанная с анализом ситуации с наводнениями и маловодьями, выполнена в рамках темы № FMWZ-2022-0001 Государственного задания ИВП РАН.

Список литературы

1. Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные явления / под ред. В.Н. Михайлова. М.: ГЕОС, 2013. 703 с.

2. Байдин С.С., Скриптунов Н.А., Штейнман Б.С. Гидрология устьевых областей рек Терека и Сулака. М.: Гидрометеоиздат, 1971. 198 с.

3. Беляев И.П. Гидрология дельты Терека. М.: Гидрометеоиздат, 1963. 208 с.

4. Водные ресурсы Дагестана: состояние проблемы. Махачкала, 1996. 154 с.

5. Магрицкий Д.В., Самохин М.А., Соколов Д.И., Ерина О.Н. Современное состояние водохозяйственного комплекса южной части дельты р. Терек и связанные с ним гидроэкологические проблемы // Наука. Техника. Технология (политехнический вестник). 2023. № 3. С. 162-173

6. Шикломанов И.А. Антропогенные изменения водности рек. Л.: Гидрометеоиздат, 1979. 302 с.

7. Кравцова В.И., Илюхина Ю.А. Динамика восточной части устьевой области Терека в период подъема уровня Каспия: картографирование по аэрокосмическим материалам // Водные ресурсы. 2002. Т. 29. № 1. С. 49-61.

8. Озеро Южный Аграхан: проблемы экологической реабилитации / под ред. Э.М. Эльдарова, М.А. Гуруева. Махачкала: Изд. дом «Эпоха», 2014. 156 с.

9. Magritsky D.V., Samokhin M.A., Goncharov A.V., Erina O.N., Sokolov D.I., Surkov V.V., Tereshina M.A., Mikhailyukova P.G., Semenova A.A. Features and Factors of Hydrological and Morphological Changes in the Agrakhan Bay at the Mouth of the Terek River in the 20th–Early 21st Centuries // Water Resources. 2022. Vol. 49. No. 5. P. 625-640.

10. Magritskii D.V., Goncharov A.V., Moreido V.M., Samokhin M.A., Abdusamadov A.S., Kuptsov S.V., Dzhamirzoev G.S., Erina O.N., Sokolov D.I., Arkhipkin V.S., Tereshina M.A., Surkov V.V., Semenova A.A. Hydroenvironmental State of the Agrakhan Bay and Means for Improvement// Arid Ecosystems. 2022. Vol. 12. No. 4. P. 481–495.

11. Алексеевский Н.И., Магрицкий Д.В., Самохин М.А. Стоковые наводнения в дельте Терека и эффективность реализуемых мероприятий по их предотвращению // Тр. Геогр. общества Республики Дагестан. 2013. Вып. 41. С. 51-54.

12. Горелиц О.В, Землянов И.В., Павловский А.Е., Сапожникова А.А., Поставик П.В., Яготинцев В.Н. Катастрофические паводки 2002 и 2005 гг. в дельте Терека // Экстремальные гидрологические события в Арало-Каспийском регионе: Труды Междунар. науч. конф. М., 2006. С. 144-148.

13. Михайлов В.Н., Михайлова В.Н. Многолетние русловые деформации на устьевых участках Терека и Сулака под влиянием колебаний уровня Каспийского моря // Водные ресурсы. 1998. Т. 25. № 4. С. 389-398.

14. Алексеевский Н.И., Самохин М.А., Сидорчук А.Ю. Наводнения и опасные русловые процессы в дельте Терека // XXII Межвуз. совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Доклады и сообщения. Новочеркасск, 2007. С. 18-31.

15. Правдин И.Ф. Аграханский залив и его рыбохозяйственное значение // Известия отделения прикладной ихтиологии. 1924. Т. 3. Вып. 2. С. 121-124.

16. Абдусамадов А.С., Мусаев П.Г., Григорьян О.П., Бархалов Р.М., Ахмаев Э.А., Таибов П.С. Перспективные направления развития рыболовства в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне // Юг России: экология, развитие. 2014. Т. 9. № 3. С. 36-43.

УДК 616.91 59.099
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-802-807

ЕСТЕСТВЕННАЯ ЗАРАЖЕННОСТЬ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ВИРУСОМ ГЛПС НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД 2001-2023 гг.

NATURAL INFECTION OF SMALL MAMMALS WITH HFRS VIRUS IN THE WEST KAZAKHSTAN REGION FOR THE PERIOD 2001-2023

Майканов Н.С., Канаткалиева Ж.А., Рамазанова С.И.,Суров В.В., Танитовский В.А.
Maikanov N.S., Kanatkalieva Zh.A., Ramazanova S.I., Surov V.V., Tanitovskyi V.A.

Уральская ПЧС, Уральск, Казахстан
Ural Emergency Department, Uralsk, Kazakhstan

E-mail: pchum@mail.ru

Аннотация. Список млекопитающих, зараженных вирусом ГЛПС, на территории Западно-Казахстанской области представлен 15 видами. Основным резервуаром вируса является рыжая полевка *Myodes glareolus* – получено 61,0% положительных результатов на ГЛПС. Процент зараженности зверьков составляет около 7,3%. Рыжая полевка играет первостепенную роль в эпидемиологии этой инфекции, так как заболевания человека ГЛПС на территории ЗКО фиксируются только в северных районах области, на территории которых обитает этот грызун.

Ключевые слова: Западно-Казахстанская область, очаг ГЛПС, рыжая полевка, зараженность, ареал, долина р. Урал, влажные биотопы.

Abstract. The list of mammals infected with HFRS virus in the West Kazakhstan region is represented by 15 species. The main reservoir of the virus is the red vole *Myodes glareolus* – 61.0% of positive results for HFRS were obtained. The percentage of infection of animals is about 7.3%. The red vole plays a primary role in the epidemiology of this infection, since human HFRS diseases in the West Kazakhstan region are recorded only in the northern areas of the region, where this rodent lives.

Key words: West Kazakhstan region, focus of HFRS, red vole, infestation, range, valley of the Ural River, wet biotopes.

Введение. Первые упоминания о наличии очага геморрагической лихорадки с почечным синдромом (ГЛПС) на Западе Казахстана и начало его исследования Уральской противочумной станцией (УПЧС) МЗ РК относятся к 2001 году [1]. С тех пор, ежегодно лаборатории УПЧС проводят исследование грызунов и других мелких млекопитающих, обитающих на территории Западно-Казахстанской области (ЗКО), на зараженность ортохантавирусом. В данной работе рассмотрены материалы по распространению и численности различных видов носителей этой инфекции, вовлеченных в эпизоотии ГЛПС и их зараженность за период с 2001 по 2023 годы.

Обзор составлен на основе материалов, полученных в ходе планового эпизоотологического обследования природного очага ГЛПС, расположенного на территории Западно-Казахстанской области (ЗКО). За рассматриваемый период лабораториями УПЧС исследовано на ГЛПС 124188 теплокровных животных, относящихся к 42 видам. Большая часть мелких позвоночных добыта на давилки «Геро», с использованием стандартной приманки (хлеб с подсолнечным маслом). Более крупные животные добывалась с помощью железных капканов № 0.

Основная группа исследуемых животных (как по видам, так и по количеству) представлена отрядом грызунов – 25 видов (суслики – 2 вида, полевки – 8 видов, мыши – 6 видов, песчанки – 2 вида, хомяки – 3 вида, тушканчики – 3 вида, пищухи – 1 вид). Насекомоядные представлены 5-ю видами (2 вида бурозубок, 1 вид белозубок, два вида ежей – обыкновенный и ушастый). В единичных экземплярах исследовались хищники – 7 видов (хорь степной, куница, ласка, горностай, лисица, шакал, степная кошка) и птицы – 6 видов (каменка-плясунья, варакушка, большая синица, азиатский бекас, щегол и водяной пастушок). Получен 1051 положительный результат. Таксономически вирус определен как серотип *Puumala* [2].

Добытые мелкие млекопитающие, хищники и птицы исследовались серологическим методом иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием иммуноферментной тест-системы «Хантагност» (ФГАНУ «ФНЦИРИП им. М.П. Чумакова РАН, Институт полиомиелита, РФ, г. Москва). Материалом для определения антигена ортохантавируса служила суспензия их легочной ткани. От одной особи в стерильную ступку отбиралось одно целое легкое (допускалось пулирование

проб от 3-5 зверьков), растиралось с добавлением стерильного раствора хлорида натрия 0,9% в соотношении 1:10. Индивидуально исследовались все виды полевок, полевая и желтогорлая мыши. Материал исследовался сразу, допускалось хранение до проведения исследования в течение суток при температуре от +2 до +8°С или 1 недели при температуре не выше минус 16°С.

Основная часть. Лабораторные исследования млекопитающих на ГЛПС, добытых на территории ЗКО, показали зараженность этой инфекцией 15-ти видов мелких млекопитающих. Чаще ГЛПС выделяется от позвоночных, обитающих в северных районах области (80,0%). Здесь основу биоценотических группировок этих животных составляют мышевидные грызуны и землеройки (83,0%). Около 45,0% видов этих зверьков принадлежат к бореальным формам, основной ареал которых расположен в лесной и лесостепной зонах Европы и Азии. К ним относятся обыкновенная и малая бурозубки, желтогорлая мышь, рыжая полевка и некоторые другие. Их присутствие в зоне сухих степей связано с поймой Урала, где условия существования этих животных приближены к оптимальным. Однако сухость климата, все же ограничивает распространение и численность этих видов млекопитающих, поэтому для некоторых из них тут проходит южная граница ареала [3,4]. Фоновыми являются четыре вида грызунов, для которых характерны лесостепные и степные ландшафты. По степени доминирования следует лесная мышь (72,0%), полевка обыкновенная (9,0%), мышь домовая (8,0%) и полевка рыжая (7,0%).Однако, носительство ГЛПС отмечено у части теплокровных позвоночных, имеющих более широкое распространение, включая южные регионы (белозубка малая, мышь лесная, полевка обыкновенная, суслик малый). Ниже представлен список видов млекопитающих, от которых был получен положительный результат на ГЛПС.

1. Обыкновенная бурозубка (*Sorex araneus,* Linnaeus, 1758) – обычный для ЗКО вид. Предпочитает увлажненные биотопы, поэтому чаще встречается в долине р. Урал и ее притоков. В Волго-Уральском междуречье отмечена вдоль каналов Урало-Кушумской оросительной системы. Но основной ареал распространения расположен в северной части области. Южнее 50º с. ш. бурозубки практически не встречается. Предпочитает заболоченные участки с высоким и густым травостоем. Эти зверьки попадаются в давилки Геро. Однако, как и все землеройки, она питается животной пищей и неохотно поедает стандартную растительную приманку, предназначенную для мышевидных грызунов (хлеб с подсолнечным маслом), поэтому ее численность, по всей видимости, несколько выше. Индекс доминирования среди добываемых мелких млекопитающих является незначительным и составляет около 0,2% (по области).

Среди исследованных на ГЛПС млекопитающих, ее доля составляет 1,8% (2302 экз.). От бурозубки обыкновенной получено 1,7% положительных результатов на ГЛПС. Процент зараженности зверьков составляет 0,8%.

2. Малая бурозубка (*Sorex minutus,* Linnaeus, 1766). Обитает в тех же стациях, что и бурозубка обыкновенная, но встречается реже. Граница распространения по р. Урал доходит до пос. Чапаев. Чаще осенью в небольшом количестве попадается в давилки, выставленные для добычи мышевидных грызунов. Возможно, ее численность выше. Индекс доминирования в сборах не превышает 0,005%.

Среди исследованных на ГЛПС млекопитающих, ее доля составляет 0,4% (516 экз.). От бурозубки малой получено 0,2% положительных результатов на ГЛПС. Процент зараженности зверьков составляет 0,4%.

3. Малая белозубка (*Crocidura suaveolens,* Pallas, 1811). Этот вид землероек довольно многочисленный, имеет широкий ареал и распространен повсеместно, вплоть до пустынных районов, включая Волго-Уральские пески. Встречается как в открытых стациях, так и в населенных пунктах, скирдах. В открытых местообитаниях предпочитает более влажные места. Процент попадания в давилки Геро достаточно высок и составляет в открытых стациях около 0,4%, в населенных пунктах – 2,0%, что говорит о более широком спектре питания, так как, судя по всему, растительная приманка привлекает ее внимание. Индекс доминирования среди добываемых мелких млекопитающих достигает 1,4% (по области).

Среди исследованных на ГЛПС млекопитающих, ее доля составляет 2,3% (2865 экз.). От белозубки малой получено 0,4% положительных результатов на ГЛПС. Процент зараженности зверьков составляет 0,1%.

4. Серый хомячок (*Cricetulus migratorius* Pallas, 1770) обычен в Волго-Уральских песках. Индекс доминирования среди добываемых здесь мелких млекопитающих составляет 1,2%. Процент попадания в давилки достигает 1,0%. В степи, на твердых глинистых грунтах встречается исключительно редко. Его доля в полевом материале не превышает 0,03%. Севернее 49º с.ш. практически не встречается.

Среди исследованных на ГЛПС млекопитающих, его доля составляет 0,2% (218 экз.). От серого хомячка получено 0,1% положительных результатов на ГЛПС. Процент зараженности зверьков составляет 0,5%.

5. Малый суслик (*Spermophilus pygmaeus,* Pallas, 1778) является самым распространенным и многочисленным видом грызунов в области. Встречается повсеместно, за исключением глубинных районов песчаной пустыни. Относительно сплошной и равномерный характер поселений грызунов наблюдается в средней части области – глинистой полупустыне (Жанибекский, Казталовский, Акжаикский, Срымский, Каратобинский и другие районы ЗКО). В среднем по территории численность держится на уровне 15 зверьков на 1 га. В благоприятных местах (в окрестностях населенных пунктов, в понижениях рельефа) численность сусликов может достигать 25-40 особей на 1 га. Однако, уже более 3-х десятилетий наблюдается постепенное снижение его численности. Причиной этой тенденции, на наш взгляд, является общее потепление климата, уменьшение количества осадков в вегетационный период растений. В результате ухудшения кормовой базы, грызуны залегают в спячку неупитанными. В результате, значительная часть сусликов (в основном молодняк) не доживает до весны и погибает в своих норах. Среди добываемых мелких млекопитающих доля малого суслика в среднем составляет 64,0% (по области). В северных районах ЗКО, в связи с интенсивным земледелием, малый суслик заселяет нераспаханные участки, прилегающие к населенным пунктам. Поэтому поселения грызунов носят островной характер. Численность может достигать 30-35 зверьков на 1 га.

Среди исследованных на ГЛПС млекопитающих, его доля составляет 1,4% (1730 экз.). От малого суслика получено 0,1% положительных результатов на ГЛПС. Процент зараженности зверьков составляет 0,06%.

6. Рыжая полевка (*Myodes glareolus,* Schreber, 1780). Основной ареал находится на севере области. Обитает в долине реки Урал и его притоков. Местообитания приурочены к пойменным лесным массивам и прилегающим к ним кустарникам и лесополосам, тяготея к более увлажненным биотопам *(рисунок 1).* Самые южные находки рыжей полевки зарегистрированы на уровне 50º с. ш. Является обычным видом на указанном широтном отрезке р. Урал (индекс доминирования 7,0%). В отдельные годы численность рыжей полевки может существенно возрастать (15,0%). По области ее доля в добыче мелких млекопитающих составляет 0,05% *(рисунок 1)*.

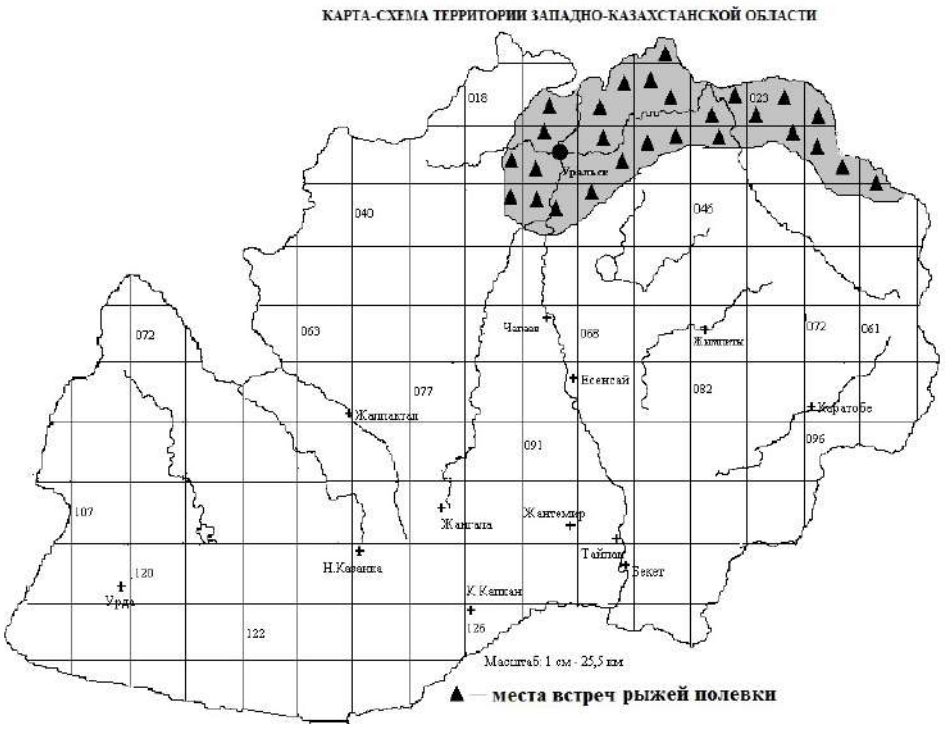


Рисунок 1. Места добычи рыжей полевки на территории ЗКО.

Среди исследованных на ГЛПС млекопитающих, ее доля составляет 7,1% (8839 экз.). От рыжей полевки получено 61,0% положительных результатов на ГЛПС. Процент зараженности зверьков составляет 7,3%.

7. Степная пеструшка (*Lagurus lagurus,* Pallas, 1773). В середине 20-го века пеструшка степная была многочисленной и широко распространена в Северном Прикаспии. Затем ее численность стала сокращаться. За последние 40 лет большинство грызунов добыты в песчаной части, массивы которых расположены на юге области, что говорит о предпочтении этих грызуновк обитанию на песчаном субстрате. Единичные экземпляры отмечены в сборах из степи. При этом в условиях глинистой полупустыни, их норы приурочены, в основном, к курганчикам малого суслика, где грунт разработан и имеет меньшую плотность. Численность пеструшек подвержена значительным колебаниям. В последние десятилетия наблюдается тенденция к сокращению численности, что связано, по всей видимости, с аридизацией климата и опустыниванием территории. Индекс доминирования среди добываемых мелких млекопитающих достигает 0,04% (по области).

Среди исследованных на ГЛПС млекопитающих, ее доля составляет 0,05% (66 экз.). От пеструшки степной получено 0,1% положительных результатов на ГЛПС. Процент зараженности зверьков составляет 1,5%.

8. Водяная полевка (*Arvicola amphibious,* Linnaeus, 1758). В настоящее время, в сравнении с среднемноголетней нормой, численность водяной полевки сократилась 3,5 раза и составляет 0,8 зв./км береговой линии (средмноголетняя норма – 3,0 зв./км), и продолжает снижаться. На юге области этот зверек практически исчез. Связано это с маловодностью большинства водоемов или даже высыханием некоторых из них, что повлекло за собой исчезновение благоприятных мест обитания. По области доля этих грызунов в добыче мелких млекопитающих составляет около 0,6%.

Среди исследованных на ГЛПС млекопитающих, ее доля составляет 1,0% (1188 экз.). От водяной полевки получено 1,0% положительных результатов на ГЛПС. Процент зараженности зверьков составляет 0,9%.

9. Общественная полевка (*Microtus socialis,* Pallas, 1773). В настоящее время на территории Западно-Казахстанской области обитают две разобщенные популяции общественной полевки. Одна популяция находится на северо-западе Волго-Уральского междуречья (Жанибекский, Бокейординский, Казталовский районы). Другая обитает восточней реки Урал (Акжаикский, Срымский, Каратобинский районы). Предположительно по территории Западного Казахстана проходит граница, разделяющая две популяции общественных полевок, которые относятся к различным подвидам: на западе – *M. socialissocialis*, а на востоке – *M. socialisgravesi* [5]. В зависимости от погодных условий, численность полевок значительно варьирует. Если 10-15 лет назад грызуны были довольномногочисленны, то в последние годы наметился спад. Индекс доминирования среди добываемых мелких млекопитающих составляет 1,1% (по области).

Среди исследованных на ГЛПС млекопитающих, ее доля составляет 0,6% (778 экз.). От общественной полевки получено 0,9% положительных результатов на ГЛПС. Процент зараженности зверьков составляет 1,2%.

10. Обыкновенная полевка (*Microtus arvalis,* Pallas, 1778) – один из наиболее распространенных видов грызунов в области. Встречается во всех биотопах, включая пески. Местами весьма многочисленна. Основная часть популяций этих животных сосредоточена по берегам степных речек, каналов, в понижениях рельефа – с более богатой растительностью. Но в связи с потеплением климата и меняющимся гидрологическим режимом водоемов, количество мест пригодных для существования грызунов, заметно сократилось. На этом фоне численность зверьков уменьшается. По области ее доля в добыче мелких млекопитающих составляет около 5,4%. В северных районах области она более многочисленна(10,0%). Процент попадания на 100 ловушко-ночей – около 1,0%.

Среди исследованных на ГЛПС млекопитающих, ее доля составляет 10,3% (12834 экз.). От обыкновенной полевки получено 15,5% положительных результатов на ГЛПС. Процент зараженности зверьков составляет 1,3%.

11. Домовая мышь (*Mus muculus,* Linnaeus, 1758). Повсеместно распространенный и многочисленный вид, включая песчаную часть области. Заселяет практически все биотопы – открытые степные стации, участки разнотравья, лесополосы, берега водоемов. Является постоянным компонентом фауны антропогенного ландшафта: огороды, скирды сена и соломы, поселковые постройки. Проведенные исследования показали высокую численность домовых мышей на мусорных свалках (полигоны твердых бытовых отходов - ТБО), расположенных возле населенных пунктов [6]. С наступлением осенних холодов, при наличии рядом жилья человека, зверьки активно переселяются в поселковые постройки. На севере области индекс доминирования

домовой мыши равен 11,0%. Процент попадания в орудия лова в открытых стациях достигает 1,5%. В населенных пунктах в осенний период попадаемость в давилки нередко превышает 10,0%. По области ее средняя доля в добыче мелких млекопитающих достигает 13,5%.

Среди исследованных на ГЛПС млекопитающих, ее доля составляет 24,8% (30829 экз.). От домовой мыши получено 5,0% положительных результатов на ГЛПС. Процент зараженности зверьков составляет 0,2%.

12. Мышь-малютка (*Micromys minutus,* Pallas, 1771). Численность мыши-малютки в ЗКО невелика. Основной ареал грызуна связан с северной частью долины р. Урал и ее притоков. Чаще встречается в понижениях рельефа с густой высокостебельной травянистой и кустарниковой растительностью. Осенью, после высыхания листвы, в таких зарослях можно наблюдать летние шаровидные гнезда грызунов, диаметром 8,0-10,0 см, устроенные на стеблях растений на высоте около полуметра. В последние 10-15 лет численность мыши-малютки заметно сократилась, что связано сиссушением долины р. Урал и ее притоков. Кроме этого, отрицательную роль играет усиливающееся антропогенное воздействие – выпас скота и сенокошение. Индекс доминирования среди добываемых мелких млекопитающих не превышает 0,005% (по области).

Среди исследованных на ГЛПС млекопитающих, ее доля составляет 0,1% (164 экз.). От мыши-малютки получено 0,4% положительных результатов на ГЛПС. Процент зараженности зверьков составляет 2,4%.

13. Полевая мышь (*Mus agrarius* Pallas, 1778). Для Западно-Казахстанской области мышь полевая достаточно редкий вид. Распространение этого грызуна в основном связано с мезофильными биотопами. Требовательность к высокой влажности местообитаний препятствует проникновению его в засушливые районы. Поэтому зверек встречается исключительно на севере области – в долине р. Урал и ее притоков, не опускаясь ниже 51º с.ш. В течение года добывается от 2 до 10 грызунов. Процент попадания в давилки не превышает 0,02%.

Среди исследованных на ГЛПС млекопитающих, ее доля составляет 0,1% (128 экз.). От полевой мыши получено 0,1% положительных результатов на ГЛПС. Процент зараженности зверьков составляет 0,8%.

14. Лесная мышь (*Apodemus uralensis,* Pallas, 1811) – широко распространенный и многочисленный по области вид. Отсутствует только в Волго-Уральских песках. Заселяет преимущественно приводные биотопы с древесной, кустарниковой и травянистой растительностью. Не избегает искусственных лесонасаждений. Наиболее многочисленна в долине р. Урал и его притоков. На севере области – это доминирующий вид. Лесная мышь конкурирует с домовой мышью за места обитания и корма, вытесняя последнюю из благоприятных биотопов. Замечено, что там, где высокая численность первой, вторая встречается редко. На севере области процент доминирования лесной мыши равен около 70,0%, процент попадания в орудия лова достигает 8,0%. По области ее доля в добыче мелких млекопитающих составляет около 4,7%.

Среди исследованных на ГЛПС млекопитающих, ее доля составляет 46,5% (57806 экз.). От лесной мыши получено 13,0% положительных результатов на ГЛПС. Процент зараженности зверьков составляет 0,2%.

15. Желтогорлая мышь (*Apodemus flavicollins,* Melchior, 1834). Впервые на территории ЗКО желтогорлая мышь добыта и определена до вида в 2005 г. [7]. С этого времени находки этого грызуна фиксируются ежегодно. По всей видимости, желтогорлая мышь присутствовала здесь и раньше, но ее путали с лесной мышью (*Apodemus uralensis*), с которой она имеет много внешних сходств, хотя несколько крупнее. Зверек встречается (как и полевая мышь) на севере области - в долине р. Урал и ее притоков. Как правило, ее стации обитания не выходят за пределы лесных массивов. В 2007 году было обнаружено, что желтогорлая мышь является естественным резервуаром для хантавируса. Численность грызуна невелика и сильно варьирует по годам. В год попадает в орудия лова от единичных экземпляров до нескольких десятков особей. Индекс доминирования среди добываемых мелких млекопитающих не превышает 0,001% (по области).

Среди исследованных на ГЛПС млекопитающих, ее доля составляет 0,2% (269 экз.). От желтогорлой мыши получено 0,5% положительных результатов на ГЛПС. Процент зараженности зверьков составляет 1,9%.

Ниже в таблице указаны наиболее зараженные ГЛПС млекопитающие, доля полученных положительных результатов (в % от 1051) и процент инфицированных животныхв популяции данного вида *(таблица 1)*.

Таблица 1

Ведущие виды млекопитающих по зараженности вирусом ГЛПС в ЗКО (2001-2023 гг.)

Вид млекопитающих		Исследовано (количество)	% положит. результат	% заражен. животных
1	Рыжая полевка	8839	61,0	7,3
2	Мышь-малютка	164	0,4	2,4
3	Желтогорлая мышь	269	0,5	1,9
4	Обыкновенная полевка	12834	15,5	1,3
5	Общественная полевка	778	0,9	1,2

Из таблицы видно, что основным резервуаром ГЛПС являтся группа полевок (подсемейство *Microtinae*), из которых лидирующее значение в эпизоотологии этой инфекции играет рыжая полевка. От нее получено 61,0% серопозитивных результатов на ГЛПС. Вирусоносительство отмечено у 7,3% особей, что говорит о ее достаточно высокой зараженности. По всей видимости, эти грызуны играют первостепенную роль в эпидемиологии инфекции, так как все заболевшие ГЛПС люди проживали в северных районах области, где присутствует рыжая полевка. Имеющиеся данные согласуется с материалами литературных источников по ГЛПС из приграничных областей Российской Федерации [8]. Чем обусловлена высокая зараженность и эпидемическая опасность рыжей полевки не вполне ясно. Возможно, это связано с поведением зверьков или особенностями их организма. Остальные грызуны существенно отстают по зараженности вирусом ГЛПС от рыжей полевки.

Эпизоотология ГЛПС до конца не изучена. Остается немало вопросов, на которых пока нет ответов.

Заключение. Список млекопитающих, зараженных вирусом ГЛПС, на территории Западно-Казахстанской области представлен 15 видами. Основным резервуаром вируса является рыжая полевка. От этого грызуна получено 61,0% положительных результатов на ГЛПС, при 7,3% зараженности популяции зверьков вирусом ГЛПС. По всей видимости, рыжая полевка играет первостепенную роль в эпидемиологии этой инфекции, так как заболевания человека ГЛПС на территории ЗКО фиксируются только в северных районах области, на территории которых обитает этот грызун.

Список литературы

1. Гражданов А.К., Бидашко Ф.Г., Пак М.В., Андрющенко Е.В., Захаров А.В., Рахманкулов Р.Р., Белоножкина Л.Б. Природная очаговость геморрагической лихорадки с почечным синдромом на западе Казахстана // Медицина. Алматы. 2002. № 4. С. 19.

2. Гражданов А.К., Захаров А.В., Бидашко Ф.Г., Андрющенко Е.В., Иманкул С.И., Рахманкулов Р.Р., Дусеев М.Б., Пак М.В. Об активизации геморрагической лихорадки с почечным синдромом на западе Казахстана // Медицина. Алматы. 2004. № 3. С. 150-154.

3. Демяшев М.П. Видовой состав и распространение диких млекопитающих в Уральской области // Материалы юбилейной конференции Уральской противочумной станции 1914-1964 годы. Уральск, 1964. С. 111-122.

4. Слудский А.А., Бекенов А., Борисенко В.А., Грачев Ю.А., Исмагилов М.И., Капитонов В.И., Страутман Е.Н., Федосенко А.К., Шубин И.Г. Млекопитающие Казахстана. Алма-Ата, 1977. Т. 1, Ч. 2. С. 536.

5. Танитовский В.А., Жунусбекова С.Б., Аязбаев Т.З., Майканов Н.С., Бидашко Ф.Г. О распространении общественной полевки (*Microtus socialis,* Pallas, 1773) в Западно-Казахстанской области // Selevinia. Алматы. 2015. Т. 23. С. 156-157.

6. Суров В.В., Токтаров Б.М., Айтимова А.Г., Канаткалиева Ж.А. Видовой состав и численность мелких млекопитающих полигонов ТБО в Западно-Казахстанской области // Эпидемиологический надзор за природно-очагов. инфекциями. Экология носителей и переносчиков. Биобезопасность: Материалы Западно-Казахстанской региональной науч.-практ. конф. Уральск, 2022. С. 39-41.

7. Пак В.М., Бидашко Ф.Г., Гражданов А.К., Суров В.В. *Apodemus flavicolis* Melch. – новый компонент биоценозов поймы среднего течения реки Урал в Западном Казахстане // Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане. Алматы. 2006. Вып. 1-2. С. 190-192.

8. Тарасов М.А., Гасанова Т.А., Варшавский С.Н., Шилов М.Н., Алексеев Е.В., Удовиков А.И., Ефимов С.В., Хотько Н.И., Быстрицкая Г.М., Коротков В.Б. и др. Сезонная динамика численности и инфицированность вирусом ГЛПС грызунов в правобережных лесах Саратовского Поволжья // Природная очаговость и профилактика зоонозов. Саратов, 1987. С. 7-103.

УДК 595.775 616-022
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-808-813

МАТЕРИАЛЫ ПО ФАУНЕ БЛОХ (*SIPHONAPTERA*) ТЕПЛОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ И ЖИЛЬЯ ЧЕЛОВЕКА ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

MATERIALS ON THE FAUNA OF FLEAS (SIPHONAPTERA) OF WARM-BLOODED ANIMALS AND HUMAN DWELLINGS IN WESTERN KAZAKHSTAN

Майканов Н.С.[1], Танитовский В.А.[1], Жумадилова З.Б.[2], Садовская В.П.[2], Просветова И.К.[1]
Maikanov N.S.[1], Tanitovskyi V.A.[1], Zhumadilova Z.B.[2], Sadovskaya V.P.[2], Prosvetova I.K.[1]

[1]Уральская противочумная станция Комитета санитарно-эпидемиологического контроля Министерства Здравоохранения Республики Казахстан, Уральск, Казахстан
[2]Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения Национальный научный центр особо опасных инфекций им. М. Айкимбаева, Алматы, Казахстан
[1]Ural Anti-Plague Station of the Committee for Sanitary and Epidemiological Control of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, Uralsk, Kazakhstan
[2]Republican State Enterprise on the Right of Economic Management National Scientific Center for Especially Dangerous Infections named after M. Aikimbayev, Almaty, Kazakhstan

E-mail: [1]pchum@mail.ru, [2]NNSCEDI-1@nscedi.kz

Аннотация. В данном сообщении приведен эколого-фаунистический список 87 видов блох (*Syphanoptera),* относящихся к 33 родам из 9 природных автономных очагов чумы, расположенных на территории 4 административных областей Западного Казахстана за период 1920-2022 гг. По результатам многолетнего эпизоотологического обследования энзоотичной территории установлены экологические группы хозяев-прокормителей (более 50 видов) блох, имеющих эпидемическое и медицинское значение. Классическими и современными методами лабораторной диагностики выявлена естественная инфицированность отдельных видов эктопаразитов возбудителем чумы (*Yersinia pestis*). Установлена общность 22 видов эктопаразитов для западного региона, у 18 видов блох установлена естественная инфицированность чумным микробом. Также подтверждено наличие в жилье человека 3 основных видов и 14 случайных спонтанных переносчиков, определена их численность на площадь жилого помещения. Приведены средние многолетние индексы обилия эктопаразитов и средние показатели численности основных носителей (хозяев-прокормителей) для каждого природного очага. Таксономической идентификации подвержены только 50% добытых эктопаразитов. Сравнительная информация по изучению эпизоотического потенциала природных очагов чумы позволит улучшить систему эпидемиологического надзора на описываемой территории.

Ключевые слова: блохи, видовой состав, Западный Казахстан, микроб, индекс обилия, очаг чумы.

Abstract. This report contains an ecological and faunistic list of 87 species of fleas (Syphanoptera) belonging to 33 genera from 9 natural autonomous foci of plague located on the territory of 4 administrative regions of Western Kazakhstan for the period 1920-2022. Classical and modern methods of laboratory diagnostics have revealed the natural infection of certain species of ectoparasites with the plague pathogen (Yersinia pestis). The commonality of 22 species of ectoparasites for the western region has been established, 18 species of fleas have been found to be naturally infected with the plague microbe. The presence of 3 main types and 14 random spontaneous vectors in human housing was also confirmed, and their number per living space was determined. The average long-term indices of the abundance of ectoparasites and the average.

Key words: fleas, species composition, Western Kazakhstan, microbe, abundance index, plague focus.

Среди насекомых *(Insecta)* блохи (отряд *Siphonaptera*) занимают особое место и представляют одну из наиболее значимых групп эктопаразитов теплокровных позвоночных (млекопитающих и птиц). Подобно другим кровососущим членистоногим, они являются биологическими переносчиками возбудителей различных болезней человека и животных. Важным аспектом медицинского и ветеринарного значения блох, является их роль в поддержании природных очагов зооантропонозных и зоонозных инфекций. Они способны передавать различные патогенные микроорганизмы (бактерии, риккетсии, вирусы, простейших), из которых в эпидемическом плане первостепенное значение имеет чума. При этом для чумного микроба блохи являются единственными естественными переносчиками. Знание видового состава блох, их распространения и численности является важной составляющей противоэпидемической готовности медицинских учреждений к возможным осложнениям в

очагах этой инфекции. За длительный период существования противочумной службы, ее специалистами собран значительный материал по блохам, обитающих на территории Западного Казахстана. Ежегодно более 150 тысяч этих эктопаразитов, снятых с различных теплокровных животных, их нор и колоний, исследуются противочумными лабораториями на зоонозные инфекции. Большая часть насекомых определяется паразитологами до вида, что позволяет иметь представление об одной из многочисленных групп кровососущих насекомых Западного Казахстана, обитающих в степной, полупустынной и пустынной климатических зонах. Блохи и их хозяева-прокормители являются основным объектом изучения при эпизоотологическом обследовании. Практический интерес к ним связан с их эпидемическим и медицинским значением как трансмиттеров и естественных резервуаров инфекционных заболеваний. Одним из опасных биологических патогенов в Северном и Северо-Восточном Прикаспии является чумной микроб (*Yersinia pestis*), трансмиссию и диссеминацию которого в биоценозах осуществляют только блохи [1].

Материалы. Проанализированы материалы многолетнего (1920-2022гг.) эпизоотологического обследования энзоотичной территории Западного Казахстана (Западно-Казахстанская, Актюбинская, Атырауская и Мангыстауская области.). Четырьмя противочумными станциями проведен сравнительный анализ эколого-фаунистического состава блох девяти природных очагов чумы: Волго-Уральский степной (15); Волго-Уральский песчаный (16); Урало-Уильский степной (17); Урало-Эмбинский (18); Предустюртский (19); Устюртский (20); Северо-Приаральский (21); Мангышлакский пустынный (23); Приаральско-Каракумский (24) [2, 3].

Методы. Добыча эктопаразитов осуществлялась следующими методами – очес отловленных животных; использование фланелевых лент для сбора блох из нор; выгребание из нор, клеевыми листами, фланелевыми флажками и путем очеса грызунов и других животных, пойманных в поселковых объектах. В лабораторных условиях проводилась таксономическая идентификация эктопаразитов *(таблица 1)*.

Таблица 1

Видовой состав блох (*Syphanoptera*) в разрезе областей Западного Казахстана

№	Западно-Казахстанская область	Актюбинская область	Атырауская область	Мангыстауская область
1	*Mesopsylla lenis*	*Mesopsylla lenis*	*Mesopsylla lenis*	*Mesopsylla lenis*
2	*Rhadinopsylla cedestis*	*Rhadinopsylla cedestis*	*Rhadinopsylla cedestis*	*Rhadinopsylla cedestis*
3	*Leptopsylla segnis*	*Leptopsylla segnis*	*Leptopsylla segnis*	*Leptopsylla segnis*
4	*Chaetopsylla globiceps*	*Chaetopsylla globiceps*	*Chaetopsylla globiceps*	*Chaetopsylla globiceps*
5	*Echidnophaga oschanini**	*Echidnophaga oschanini**	*Echidnophaga oschanini**	*Echidnophaga oschanini**
6	*Xenopsylla conformis**	*Xenopsylla conformis**	*Xenopsylla conformis**	*Xenopsylla conformis**
7	*Xenopsylla skrjabini**	*Xenopsylla skrjabini**	*Xenopsylla skrjabini**	*Xenopsylla skrjabini**
8	*Nosopsyllus laeviceps**	*Nosopsyllus laeviceps**	*Nosopsyllus laeviceps**	*Nosopsyllus laeviceps**
9	*Neopsylla setosa**	*Neopsylla setosa**	*Neopsylla setosa**	*Neopsylla setosa**
10	*Citellophilus tesquorum**	*Citellophilus tesquorum**	*Citellophilus tesquorum**	*Citellophilus tesquorum**
11	*Coptopsylla lamellifer**	*Coptopsylla lamellifer**	*Coptopsylla lamellifer**	*Coptopsylla lamellifer**
12	*Ctenophthalmus dolichus**	*Ctenophthalmus dolichus**	*Ctenophthalmus dolichus**	*Ctenophthalmus dolichus**
13	*Oropsylla ilovaiskii**	*Oropsylla ilovaiskii**	*Oropsylla ilovaiskii**	*Oropsylla ilovaiskii**
14	*Pulex irritans**	*Pulex irritans**	*Pulex irritans**	*Pulex irritans**
15	*Nosopsyllus mokrzeckyi**	*Nosopsyllus mokrzeckyi**	*Nosopsyllus mokrzeckyi**	*Nosopsyllus mokrzeckyi**
16	*Ophthalmopsylla volgensis**	*Ophthalmopsylla volgensis**	*Ophthalmopsylla volgensis**	*Ophthalmopsylla volgensis**
17	*Ctenocephalides canis*	*Ctenocephalides canis*	*Ctenocephalides canis*	*Ctenocephalides canis*
18	*Ctenocephalides felis**	*Ctenocephalides felis**	*Ctenocephalides felis**	*Ctenocephalides felis**
19	*Xenopsylla magdalinae*	*Xenopsylla magdalinae*	*Xenopsylla magdalinae*	*Xenopsylla magdalinae*
20	*Mesopsylla eucta tuschkan*	*Mesopsylla eucta tuschkan*	*Mesopsylla eucta tuschkan*	*Mesopsylla eucta tuschkan*
21	*Ctenophthalmus breviatus**	*Ctenophthalmus breviatus**	*Ctenophthalmus breviatus**	*Ctenophthalmus breviatus**
22	*Frontopsylla semura**	*Frontopsylla semura**	*Frontopsylla semura**	*Frontopsylla semura**
23	*Ctenophthalmus pollex**	*Ctenophthalmus pollex**	*Ctenophthalmus pollex**	*Chaetopsylla korobkovi*
24	*Amphipsylla rossica**	*Amphipsylla rossica**	*Amphipsylla rossica**	*Paradoxopsyllus* repandus

№	Западно-Казахстанская область	Актюбинская область	Атырауская область	Мангыстауская область
25	*Mesopsylla hebes*	*Mesopsylla hebes*	*Mesopsylla hebes*	*Xenopsylla nuttali*
26	*Amphipsylla kalabukhovi*	*Amphipsylla kalabukhovi*	*Amphipsylla kalabukhovi*	*Gerbillophilus tersus*
27	*Nosopsyllus consimilis*	*Nosopsyllus consimilis*	*Nosopsyllus consimilis*	*Xenopsylla gerbilis caspica*
28	*Rhadinopsylla bivirgis*	*Rhadinopsylla bivirgis*	*Rhadinopsylla bivirgis*	*Sinosternus longispinus*
29	*Amphipsylla prima*	*Amphipsylla prima*	*Amphipsylla prima*	*Neopsylla teratura*
30	*Echidnophaga popovi*	*Echidnophaga popovi*	*Echidnophaga popovi*	*Ceratophyllus turkmenicus*
31	*Leptopsylla taschenbergi*	*Leptopsylla taschenbergi*	*Leptopsylla taschenbergi*	*Coptopsylla bairamaliensis*
32	*Leptopsylla bidentata*	*Leptopsylla bidentata*	*Citellophilus trispinus**	*Citellophilus trispinus**
33	*Leptopsylla sicistae*	*Leptopsylla sicistae*	*Stenoponia conspecta*	*Stenoponia conspecta*
34	*Megabothris walkeri*	*Megabothris walkeri*	*Stenoponia vlasovi*	*Stenoponia vlasovi*
35	*Ctenophthalmus wagneri*	*Ctenophthalmus wagneri*	*Coptopsylla macrophthalma*	*Coptopsylla macrophthalma*
36	*Stenoponia ivanovi*	*Stenoponia ivanovi*	*Amphipsylla schelkovnicovi*	*Amphipsylla schelkovnicovi*
37	*Frontopsylla frontalis*	*Sinosternus longispinus*	*Nosopsyllus fasciatus*	*Nosopsyllus fasciatus*
38	*Ophthalmopsylla kasakiensis*	*Amphalius runatus*	*Ceratophyllus styx*	*Ceratophyllus styx*
39	*Amphipsylla schelkovnicovi*	*Frontopsylla elatoides*	*Ischnopsyllus intermedius*	*Ischnopsyllus intermedius*
40	*Ctenophthalmus assimilis*	*Ctenophthalmus assimilis*	*Frontopsylla macrophthalma*	*Frontopsylla macrophthalma*
41	*Ctenocephalides caprae*	*Citellophilus trispinus**	*Frontopsylla frontalis*	
42	*Chaetopsylla trichosa*	*Paradoxopsyllus repandus*	*Paradoxopyllus teretifrons*	
43	*Chaetopsylla korobkovi*		*Chaetopsylla trichosa*	
44	*Paraceras flabellum*		*Echidnophaga gallinacea*	
45	*Paraceras melis*		*Ceratophyllus turbidus*	
46	*Oropsylla silantiewi*		*Ceratophyllus spinosus*	
47	*Nosopsyllus fasciatus*		*Ctenocephalides caprae*	
48	*Amalaraeus penicilliger*		*Frontopsylla elata*	
49	*Megabothris turbidus*		*Ctenophthalmus orientalis*	
50	*Ceratophyllus borealis*		*Pectinoctenus pavlovskii*	
51	*Ceratophyllus styx*		*Chaetopsylla homoea*	
52	*Ceratophyllus gallinae gallinae*		*Ophthalmopsylla kasakiensis*	
53	*Ceratophyllus gallinae tribulis*			
54	*Ceratophyllus fringillae*			
55	*Frontopsylla elata*			
56	*Ctenophthalmus uralospalacis*			
57	*Ctenophthalmus orientalis*			
58	*Ctenophthalmus secundus*			
59	*Doratopsylla birulai*			
60	*Rhadinopsylla ukrainica*			
61	*Hystrichopsylla talpae*			
62	*Ischnopsyllus hexactenus*			
63	*Ischnopsyllus obscurus*			
64	*Ischnopsyllus intermedius*			
65	*Ischnopsyllus penropolitanus*			
66	*Palaeopsylla soricis starki*			
67	*Echidnophaga gallinacea*			
68.	*Vermipsylla alacurt*			

Примечание: * – инфицированы *Y.pestis*.

Результаты и обсуждение. В данном сообщении приводится перечень в не систематическом порядке 87 видов блох, относящихся к 33 родам [4]. Эктопаразиты обнаружены на грызунах, хищных плотоядных, сельскохозяйственных и домашних животных (около 50 видов), из нор и колоний, в жилье человека на территории природных очагов запада республики.

Указываются основные прокормители этих эктопаразитов, распространение по территории областей, а также средние индексы обилия блох на основных хозяевах.

Установлено что общими для административных областей Западного Казахстана являются 22 видов блох (25,3%). Для ЗКО установлено паразитирование на теплокровных животных и в жилье человека 68 видов блох из 27 родов; для Актюбинской области 42 вида, относящихся к 22 родам; для Атырауской области 52 вида блох 20 родов и для Мангыстауской области 40 видов блох, относящихся к 21 роду. Для описываемого региона естественная восприимчивость и зараженность *Yersinia pestis* установлена у следующих видов: 1. *E. oschanini, 2. X. conformis,* 3. *X. skrjabini*, *4. N. laeviceps, 5. N. setosa, 6. C. tesquorum, 7. C. lamellifer, 8. C. dolichus, 9. P. irritans, 10. A. rossica, 11. C. felis, 12. C. breviatus, 13. C. trispinus,14. C. pollex,* 15. *Nos. mokrzeckyi, 16. Fr. semura, 17. O.ilovaiskii, 18. O. volgensis,* что составляет 20,7% от общего числа видов [5]. До 50% составляют блохи без определения таксономической принадлежности от которых также изолируется возбудитель чумы.

Средняя численность эктопаразитов, обитающих в девяти природных очагах в пределах административных областей Западного Казахстана приведена ниже.

Волго-Уральский степной (15) – естественная зараженность чумой установлена у 11 видов диких млекопитающих, основной носитель малый суслик с численностью от 2 до 33 особей на 1 га; 13 видов блох участвуют в чумном эпизоотическом процессе, основные переносчики *Neopsylla setosa* и *Citellophilus tesquorum* с численностью равной 500-625 экз. на 1 га.

Волго-Уральский песчаный (16) – основные носители малые песчанки, численность которых варьирует от 2,3 до 6,8 особи на 1 га. В очаге 33 вида блох из них 13 вовлечены в эпизоотический процесс. Основные переносчики *Nosopsyllus laeviceps* и *Xenopsylla conformis,* численность которых составляет 114 экз. на 1 га.

Урало-Уильский степной очаг (17) – основной носитель малый суслик, численность которого варьирует от 1100 до 3100 особей на 1 км^2. Основные переносчики *N. setosa* и *Cit. tesquorum* с индексом обилия от 20 до 180 тыс. экз. на 1 км^2.

Урало-Эмбинский очаг (18) – спонтанное носительство чумы установлено у 23 видов животных и 15 видов блох, основной носитель большая песчанка с численностью от 2 до 10 особей на 1 га. Основные переносчики *Xenopsylla skrjabini* и *Coptopsylla lamellifer* со среднемноголетним уровнем численности от 300 до 2000 блох на 1 га.

Предустюртский очаг (19) – в эпизоотиях участвуют 19 видов млекопитающих и 11 видов блох. Основной носитель большая песчанка с численностью от 1 до 21 особи на 1 га, основной переносчик *X. skrjabini,* численность которой колеблется в пределах 200-500 экз. на 1 га.

Устюртский пустынный очаг (20) – чумной микроб выделен от 17 видов млекопитающих и 12 видов блох. Основной носитель большая песчанка, численность которой составляет от 3 до 10 зверьков, основные переносчики *Xenopsylla skrjabini X. nuttali, X. gerbilis caspica.*

Северо-Приаральский очаг (21) – спонтанное носительство чумы установлено у 23 видов животных и 15 видов блох. Основной носитель большая песчанка с численностью 2-4 особи на 1 га. Основные переносчики *X. skrjabini, Cop. lamellifer. Nos. laeviceps.*

Мангышлакский пустынный очаг (23) – носительство чумы установлено у 19 видов животных и 14 видов блох. Основной носитель большая песчанка с численностью 200-400 блох на 1 км^2. Основные переносчики *X. skrjabini* и *X. nuttali* с численностью от 150 до 1000 экз. на 1 га.

Приаральско-Каракумский (24) – установлено носительство чумы у 25 видов диких млекопитающих и 16 видов блох. Основной носитель большая песчанка с численностью 2-4 зверька на 1 га. Основные переносчики *X. skrjabini, Cop. lamellifer* и *Nos. laeviceps*. Численность эктопаразитов составляет 350-700 экз. на 1 га [6].

По приуроченности к прокормителям, обусловленной специализацией к определенному кругу хозяев, всех блох можно разделить на шесть основных групп, со следующим количеством видов паразитов в них: на 5 видах птиц – 6 видов блох двух родов; на 7 видах насекомоядных млекопитающих – 3 вида блох трех родов; на 33 видах грызунов – 44 вида блох 19 родов; на 13 видах хищных млекопитающих – 10 видов блох пяти родов; на 1 виде копытных – 1 вид блох одного рода; на 5 видах рукокрылые – 4 вида блох 1 рода. Блохи жилья человека – 4 вида двух родов.

Настоящий список блох теплокровных животных Западного Казахстана не является окончательным. Надо полагать, что со временем он пополнится новыми видами, так как слабо изучена паразитофауна птиц, летучих мышей, крупных млекопитающих. Кроме этого, общее потепление климата, меняет условия существования животных и способствует вселению

млекопитающих и птиц из других областей Казахстана и приграничных территорий Российской Федерации. Наблюдается и обратный процесс – сокращение численности некоторых животных (малого суслика, водяной полевки, серой крысы), а также отдельных видов блох, в частности мышевидных грызунов (*A. penicilliger, M. walkeri, S. ivanovi* и др.).

Всех собранных в населенных пунктах (ЗКО) блох по количественному признаку можно условно разделить на три группы: основные, второстепенные и случайные. К первой группе эктопаразитов относятся *Ctenocephalides felis, C. canis* и *P. irritans*, которые в сумме составляют свыше 90,0% от всех добытых блох. Внутри этой группы преобладание того или иного представителя членистоногих зависит от нескольких причин, в частности, от места нахождения населенного пункта и условий существования. К второстепенным видам можно отнести насекомых, паразитирующих на домовых мышах (*Nosopsyllus mokrzeckyi* и *Leptopsylla seqnis).* Эти блохи обычно счесываются с добытых грызунов и реже ловятся на клеевые листы и флажок *(таблица 2)*. Средний ИО блох на домовых мышах равен 0,1 [7].

Таблица 2

Видовой состав блох добытых в населенных пунктах ЗКО за период 1970-2013 гг.

№ п/п	Блохи добыты на клеевые листы и фланелевые флажки	Блохи сняты с домовой мыши и других животных из поселковых объектов
1	*Pulex irritans*	*Pulex irritans*
2	*Nosopsillus mokrzeckyi*	*Nosopsillus mokrzeckyi*
3	*Ctenophthalmus breviatus*	*Ctenophthalmus breviatus*
4	*Ctenocephalides canis*	*Xenopsylla skryabini*
5	*Ctenocephalides felis*	*Nosopsyllus laeviceps*
6	*Ctenocephalides caprae*	*Nosopsillus consimilis*
7	*Ophthalmopsylla volgensis*	*Citellophilus tesquorum*
8	*Mesopsylla hebes*	*Frontopsylla semura*
9		*Amphipsylla rossica*
10		*Ctenophthalmus wagneri*
11		*Neopsylla setosa*
12		*Leptopsylla seqnis*

Индексы обилия блох на 100м² жилья варьировали от 0,3 до 15,0. При этом наблюдается определенная сопряженность мест обитания и динамики численностей *C. felis* и *C. canis* с *P. irritans*., связанные с условиями существования. В отличие от *P. irritans,* численности *C. felis* и *C. canis* не зависят напрямую от присутствия человека, так как они отличаются моноксенностью по отношению к своим прокормителям – кошкам и собакам.

По многолетним наблюдениям видовой состав блох, обнаруженных в населенных пунктах ЗКО, представлен 17 видами: *Pulex irritans, Ctenocephalides canis, Ct. felis, Ct. caprae, Nosopsillus mokrzeckyi, Nos. consimilis, Nos. laeviceps, Ophthalmopsylla volgensis, Mesopsylla hebes, Ctenophthalmus breviatus, Ct. wagneri, Xenopsylla skrjabini, Citellophilus tesquorum, Frontopsylla semura, Leptopsylla seqnis, Amphipsylla rossica, Neopsylla setosa.*

Как показала практика, блохи *C. felis, C. canis* и другие представители отряда *Siphonaptera,* встреченные в жилье человека, чувствительны к действию большинства инсетицидных средств и борьба с этими насекомыми не представляет особых проблем. Однако блохи *P. irritans* оказались резистентными к препаратам, разрешенным для поселковой дезинсекции (дельтаметрин, фипронил, хлорофос). В большинстве случаев эффективность обработок не превышает 50,0%, что создает проблему регулирования численности эктопаразитов [7].

Заключение. Таким образом, на энзоотичной территории Актюбинской, Атырауской, Западно-Казахстанской и Мангыстауской областей проведен сравнительный анализ видового состава блох по результатам многолетнего эпизоотологического обследования. Установлено обитание в западном регионе 87 видов блох, относящихся к 33 родам и имеющих эпидемическое и медицинское значение. При лабораторном исследовании отдельных видов блох выявлена естественная зараженность чумным микробом 18 видов (20,7%). Следует отметить высокий процент таксономически не идентифицированных видов кровососущих членистоногих, среди которых вероятны находки новых таксонов и возбудителей инфекций бактериального, вирусного и риккетсиозного происхождения.

Список литературы

1. Майканов Н.С., Бидашко Ф.Г., Танитовский В.А., Кдырсихова Г.Г., Жунусбекова С.Б., Шамарова Г.М. Эколого-фаунистический обзор блох теплокровных животных Западно-Казахстанской области // Материалы юбилейной междунар. науч.-практ. конф. Уральской ПЧС 1914-2014 гг. Уральск, «Полиграфсервис», 2014. С. 299-307.

2. Миронов Н.П., Карпузиди К.С., Климченко И.З., Колесников И.М., Лисицын А.А., Нельзина Е.Н., Ширанович П.И., Ширяев Д.Т., Яковлев М.Г. Источники и переносчики чумы и туляремии. М.: Медицина, 1965. 195 с.

3. Сараев Ф.А., Самарин Е.Г., Климова М.И. О фауне блох природных очагов Гурьевской области // Материалы обл. науч.-практ. конф. Гурьевской ПЧС по профилактике особо опасных инфекций. Гурьев, 1989. С. 210-217.

4. Иофф И.Г., Микулин М.А., Скалон О.И. Определитель блох Средней Азии и Казахстана. М.: Медицина, 1965. 370 с.

5. Майканов Н.С., Танитовский В.А., Курманов Ж.Б., Катуова Ж., Нурмагамбетова Л.Б., Тегисбаева А., Майлыбаев М.П., Джумаханова А.К. Эпидемическое значение кровососущих насекомых и паукообразных Западного Казахстана // Вестник ЗКГУ. 2022. № 2 (86). С. 229-236.

6. Атлас природных очагов чумы России и зарубежных государств / Под ред. проф. А.Ю. Поповой. Саратов, 2022. С. 310-321.

7. Танитовский В.А., Майканов Н.С. Зараженность жилья человека блохами в Западно-Казахстанской области // Перспективы развития биологии, медицины и фармации: Материалы 8-й междунар. науч. конф. молодых ученых и студентов. Шымкент, 2021. С. 90-91.

УДК 631.611 (470.44)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-814-819

ИСТОРИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПАХОТНЫХ УГОДИЙ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

THE HISTORY OF ECONOMIC DEVELOPMENT AND THE CURRENT STATE OF ARABLE LANDS OF THE SARATOV VOLGA REGION

Макаров В.З., Гусев В.А., Демин А.М., Неврюев А.М., Федоров А.В.
Makarov V.Z., Gusev V.A., Demin A.M., Nevruev A.M., Fedorov A.V.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Саратов, Россия
Saratov State University, Saratov, Russia

E-mail: geogr@sgu.ru

Аннотация. В статье раскрываются исторические предпосылки и масштабы хозяйственного освоения целинных и залежных земель Саратовского Заволжья. На основе полевых исследований, статистических данных, архивных материалов и опубликованных источников представлены этапы расселенческой и хозяйственной активности на территории Заволжья. На первом этапе расселения и хозяйственного освоения Саратовского Заволжья, длившегося примерно полторы сотни лет – с 60-х гг. XVIII до Октябрьской революции 1917 г., были последовательно заселены и освоены волжские террасы, долины средних и малых рек, склоны и водоразделы сыртовых увалов в подзонах южной полосы типичной степи и сухой степи, а также в долинах рр. Большой и Малый Узени в северной полупустыне. На втором этапе хозяйственной и экистической истории левобережья Саратовской области, приходящегося на 20-е-50-е гг. прошлого века обнаружено отчетливое сокращение пахотных угодий, уменьшение населения и деградация расселенческой структуры. На третьем этапе хозяйственной истории Саратовского Заволжья, включившим вторую половину XX века, наблюдается наибольшая хозяйственная активность: подъем целины, масштабная водная мелиорация, строительство дорог, новых поселков. Четвертый (современный) этап характерен новой деградацией экистического и экономического пространства, обусловленной сломом прежнего социально-экономического уклада и переходом на рыночные отношения хозяйствования.

Дана оценка состояния распаханных в середине прошлого века старозалежных и целинных земель в подзонах южной полосы типичной степи и сухой степи на темно-каштановых и каштановых почвах.

Ключевые слова: степные ландшафты, Саратовское Заволжье, этапы расселения и хозяйственного освоения левобережья Саратовской области, распашка целинных и залежных земель.

Abstract. The article reveals the historical background and scale of the economic development of virgin and fallow lands of the Saratov Volga region. Based on field research, statistical data, archival materials and published sources, the stages of settlement and economic activity in the territory of the Volga region are presented. At the first stage of settlement and economic development of the Saratov Volga region, which lasted about one and a half hundred years - from the 60s of the XVIII century to the October Revolution of 1917, the Volga terraces, valleys of medium and small rivers, slopes and watersheds of syrtov hills in the subzones of the southern strip of the typical steppe and dry steppe, as well as in the valleys of the Bolshoy and Maly Uzen districts in the northern semi-desert. At the second stage of the economic and economic history of the left bank of the Saratov region, which occurred in the 20s-50s. In the last century, there was a distinct reduction in arable land, a decrease in population and degradation of the settlement structure. At the third stage of the economic history of the Saratov Volga region, those who included the second half of the twentieth century observed the greatest economic activity: the rise of virgin lands, large-scale water reclamation, construction of roads, new settlements. The fourth (modern) stage is characterized by a new degradation of the economic and economic space, due to the scrapping of the previous socio-economic structure and the transition to market relations of management.

The assessment of the condition of old-fallow and virgin lands plowed in the middle of the last century in the subzones of the southern strip of typical steppe and dry steppe on dark chestnut and chestnut soils is given.

Key words: steppe landscapes, Saratov Volga region, stages of settlement and economic development of the left bank of the Saratov region, plowing of virgin and fallow lands.

Введение. В 2024 г. исполняется 70 лет со дня начала массовой распашки целинных и залежных земель в степях Советского Союза. Масштабы целинных работ в бывшем СССР впечатляющи. За первые годы было освоено 35,9 млн га целинных земель, в том числе 14,9 млн га в Российской Федерации и 20 млн га в Казахстане. К участию в «подъёме целины» привлекли 1,7 млн человек. Общая площадь освоения, начиная с 1954 г., составила почти 45 млн га. Но одновременно происходило непреднамеренное сокращение пашни в обжитой

европейской части страны. За 1954-1959 гг., преимущественно из-за отсутствия необходимых ресурсов, здесь выпало из сельскохозяйственного оборота свыше 13 млн га пашни [1].

В Саратовском Заволжье, площадь которого составляет около 55 тыс. км², было распахано более 800 тыс. га.

Массовая распашка земель в середине 1950-х г. в Саратовском Заволжье не была чем-то новым в истории регионального землепользования. Степные ландшафты и на волжских террасах, и на Низкой Сыртовой равнине в разной степени были выборочно распаханы, начиная со второй половины XVIII века немецкими и украинскими переселенцами, а к началу 1917 г. и отдельными сельскохозяйственными предпринимателями и товариществами. Однако по причине социально-политических процессов, развернувшихся в России с февраля 1917 г. и проявившихся в двух революциях, войнах, голоде, коллективизации, ликвидации Республики немцев Поволжья, многие земельные угодья были заброшены и постепенно перешли в многолетнюю залежь. Поэтому саратовскую целинную эпопею правильнее назвать «целинно-залежной», – целинные совхозы зачастую возникали на землях *залежного* фонда.

Краткая история заселения и хозяйственного освоения Саратовского Поволжья. Включение в состав русского государства Поволжья породила разнообразные социально-экономические процессы, которые активизировали хозяйственное освоение территории. На протяжении XVIII-XIX вв. основным способом освоения новых земель являлась колонизация (вольная, помещичья, государственная), завершившаяся к середине второго десятилетия XX века.

Характер миграций (основной атрибут территориальной экспансии) обусловил преодоление фрагментарности расселения населения по территории и существенно нивелировал внутри региональные экистические диспропорции. Различия между Правобережьем и Заволжьем за рассматриваемый период в численности и плотности сельского населения уменьшились с 3,5 до 1,5 раз, а в числе и густоте поселений с 3,7 до 1,4 раза.

Хозяйственная и демографическая автономизация долинного и приводораздельного расселения при сохранении хозяйственных связей обусловила достижение к концу рассматриваемого периода максимума освоенности территории расселением и его внутрисистемной специализации.

Развитое сельское хозяйство при сравнительно небольшой плотности населения в южных и восточных частях региона привлекало сюда массу сезонных сельскохозяйственных рабочих. Часть из них здесь и оседала, создавая новые, периферийные населенные пункты на сыртовых увалах. Так в дополнение к крупноселенной и хорошо организованной сети сел и поселков вдоль Волги и ее притоков стали возникать множество небольших, но быстро растущих деревень, поселков и хуторов. Генетически и организационно они были тесно связаны с ранее возникшими ареалами сельского расселения.

К началу 1920-х гг. численность сельского населения Саратовской области составляла около 2,5 млн человек, из них 1 млн чел. в Заволжье, проживавших примерно в 3750 сельских поселениях, в том числе – 1560 в Заволжье.

Земельная площадь Саратовского Заволжья в современных границах составляет 5,4 млн га. По данным Всероссийской сельскохозяйственной и поземельной переписи в конце имперского периода площадь сельскохозяйственных угодий, бывшей в пользовании 110 тысяч домохозяйств, занимавшихся земледелием, составляла 2,9 млн га (в т. ч. 2 млн га – пашня). Посевные площади – 1,4 млн га, урожайность зерновых культур 2-5 ц/га. [2].

В годы первой мировой войны в Саратовской губернии 47% трудоспособных мужчин (сельских жителей) были призваны в армию. В результате чего 1/3 крестьянских хозяйств осталось без мужских работников, а посевные площади сократились почти на 20%.

Революция 1917 г., гражданская война, советские социально-экономические преобразования 20-х-30-х годов, Великая Отечественная война также явились важнейшими факторами социально-экономической трансформации региона.

В мае 1917 г. губернский крестьянский съезд принял резолюцию «О земле», которая призвала к немедленной передаче крестьянам земли и ее национализации. Это привело осенью 1917 г. к погромам имений, захватам помещичьих земель и разделам отрубов селян, вышедших из общины в ходе столыпинской реформы (были ликвидированы сотни хуторов). К весне 1918 г. были конфискованы церковно-монастырские земли и взяты на учет помещичьи земли (большинство частновладельческих земель стало переходить к крестьянам, а часть – на организацию совхозов и колхозов).

Во время гражданской войны в зоне активных военных действий оказались районы Саратовского Заволжья и северо-восточные территории Правобережья.

Во второй половине 1918 г. на губернию пришлось более 20% всего заготовленного в стране продовольствия, а из немецкой автономии, за годы Гражданской войны было вывезено зерна в три раза больше, чем из Тамбовской губернии. Кроме того, тысячи немецких крестьян вместе со своими лошадьми и подводами были мобилизованы в трудовые армии. Хозяйство автономии пришло в упадок. В сравнении с 1914 г. посевные площади сократились в 3,5 раза, поголовье скота – в 5,5 раз, объём валовой продукции сельского хозяйства – в 6,5 раз.

В июле 1921 г. Саратовская губерния была освобождена от уплаты налогов в пользу центра, а средства перенаправлялись в поддержку наиболее пострадавших от засухи районов. В Саратовской губернии голодало 62% населения, а в Области немцев Поволжья – 96%. Здесь на треть увеличилась смертность, превысившая в 1920 г. рождаемость почти на 25 тыс. чел., активизировались миграционные процессы. За 1921-1922 гг. численность населения сократилась на 160 тыс. человек, то есть почти на треть [3].

Анализ результатов переписи населения 1926 г. выявил разнонаправленность процессов трансформации демографического и экистического пространств. За шесть межпереписных лет регион потерял 12% своего населения, причем, опять за счет сельской местности. Правда теперь негативный фон демографической динамики формирует Левобережье региона. Здесь численность населения сократилась почти на ⅓ (315 тыс. чел.), а его доля в населении региона снизилась до 29%.

Примечательно, что тренды демографической и экистической динамики не совпадают, они разнонаправлены. Демографическое пространство региона «сжимается», а экистическое – расширяется (образовано более 500 поселений). Средняя людность сельских населенных пунктов уменьшилась на 100 чел. и составила 575 чел.

Новая экономическая политика, оживившая хозяйственную деятельность в сельской местности, сменилась к 1930 г. очередной инновацией советского периода – коллективизацией сельского хозяйства. Мгновенный, по историческим меркам, слом хозяйственного уклада сельского быта, часто с применением мер насилия (лишение гражданских прав, конфискация имущества, высылка, репрессии), имел на первых порах негативные последствия (снижение поголовья скота и эффективности сельского хозяйства, голод 1933 г.) [4].

Перепись населения 1939 г. вновь зафиксировала существенное (более полумиллиона человек, в т.ч. 1/10 в Заволжье) уменьшение числа сельских жителей. Вновь, как и в начале советского периода, произошло сжатие экистического пространства (исчезло около 1 тыс. селений, в их числе 150 в Заволжье), а средняя людность сельских населенных пунктов уменьшилась до 450 человек.

В начале Великой Отечественной войны (сентябрь 1941 г.) была ликвидирована немецкая автономия, а все населяющее ее немецкое население выселено (всего 413 тыс. чел., в т.ч. из АССР немцев Поволжья – 366 тыс., из Саратовской области – 47 тыс.

Ликвидация Республики немцев Поволжья была необходимой в условиях сложившейся военной обстановки, но экономически катастрофичной акцией. Все хозяйство на территории бывшей республики было дезорганизовано. Бывшие немецкие села заселялись эвакуированными из западных районов страны и переселенцами из Саратовской и соседних областей [5].

Мобилизация в армию и на военные предприятия мужчин, изъятие на нужды фронта сельскохозяйственной техники привели к резкому сокращению аграрного производства. Посевные площади в военные годы в области сократились с 4,1 млн га до 2,5 млн га, урожайность зерновых упала в 2-3 раза, сократилось также поголовье скота. Число тракторов уменьшилось на 47,4%. Особенно тяжелым было положение в районах бывшей АССР немцев Поволжья, где более 40% пахотных земель не обрабатывалось.

Процесс восстановления был существенно осложнен засухой 1946 г. Значительная часть сельского и городского населения голодала. Для стабилизации ситуации в области государством выделялись продовольственные ссуды, на площади в 113 тыс. га были созданы полезащитные лесонасаждения. Лишь к 1952 г. посевные площади превысили довоенный уровень и удалось восстановить поголовье скота. Однако на малопродуктивных землях в подзоне сухой степи земельный фонд сохранялся в залежном состоянии. Много залежных земель приходилось на подзону тёмно-каштановых почв. Именно эти территории и попали под тотальную распашку. С 1954 г. по 1958 г. в Заволжье было распахано 875 тыс. гектаров старозалежных и целинных земель. Создано 13 новых совхозов. Было вновь обжито более 25 тыс. км² территории мало населенного Саратовского глубинного Заволжья *(рисунок 1).*

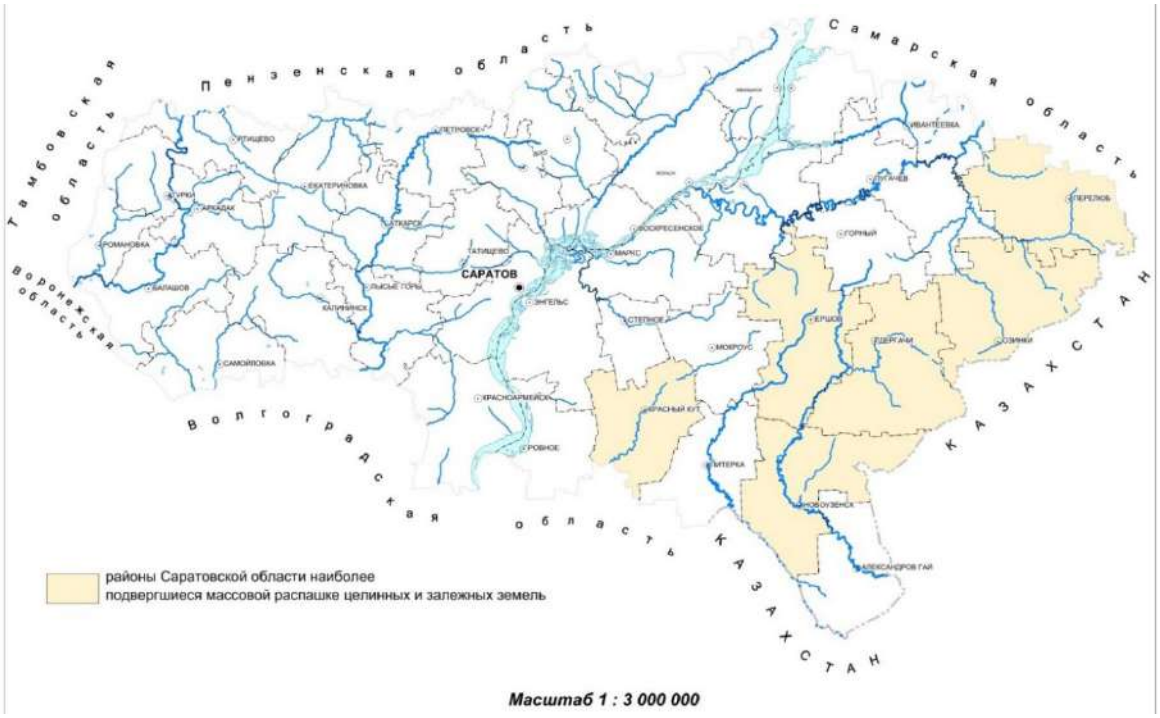


Рисунок 1. Территория Саратовского Заволжья с наибольшей площадью распаханных в 1950-е годы целинных и старозалежных земель.

Современное состояние заволжских сельскохозяйственных земель, вновь освоенных в 1950-е годы. На основе многолетних ландшафтно-экологических исследований географического факультета СГУ в Саратовском Поволжье, опубликованных источников, материалов статистики и ведомственной информации кратко оценим состояние распаханных в середине прошлого века старозалежных и целинных земель в подзонах южной полосы типичной степи на темно-каштановых почвах и сухой степи на каштановых почвах.

В геоморфологическом отношении рассматриваемая территория расположена на востоке левобережной части Саратовской области в средней части Низкой Сыртовой равнины. Общий характер рельефа – слабоволнистая равнина, рассеченная потяжинами и широкими лощинами. Характерной особенностью рельефа является наличие микрорельефа – западин, бугорков и других форм.

Расчлененность овражно-балочной сетью составляет 10-50 м/км² густота оврагов составляет 0,01-0,05 шт/км². Преобладает водная эрозия. Более половины земель (до 75%) поражены водной эрозией и дефлированы.

Агроклиматические показатели и биологическая продуктивность. Годовые термические ресурсы составляют 2800-3000°С, общее количество выпадающих осадков 320-360 мм/год, гидротермический коэффициент 0,4-0,6, коэффициент увлажнения 0,20-0,15. Биоклиматический потенциал – 1,1-1,3, климатический индекс биологической продуктивности – 64-73, биологическая продуктивность пониженная.

Почвенные ресурсы. В соответствии с климатическими и геоморфологическими условиями, характером почвообразующих пород почвообразовательный процесс протекает по степному типу с образованием каштановых почв. Наиболее распространенными почвами являются темно-каштановые и каштановые типичные, занимающие вершины сыртовых увалов и их склоны. Большинство каштановых почв образуют комплексы с солонцами. Средневзвешенный балл бонитета почв – 62-72.

Активная сельскохозяйственная деятельность уменьшила содержание гумуса в почвах региона. Исследования ученых ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока» показывают, что для повышения содержания гумуса в почве на 1,0% необходимо в течение 50 лет ежегодно вносить по 12 т органического удобрения из расчета на 1 га. В Саратовской области в последние десятилетия вноситься только 0,2 т (в среднем по России – 1,4 т) [6].

Истощение запасов гумуса отрицательно влияет на агрофизические, физико-химические свойства и биологическую активность почвы, ухудшает ее водно-воздушный, тепловой и

пищевой режимы, уменьшает способность почвы противостоять таким негативным явлениям, как засоление. Низкий уровень использования органических и минеральных удобрений является причиной падения в почвах содержания гумуса и элементов питания растений. Органических удобрений внесено в среднем в 2016-2020 гг. лишь на 2,1% сельскохозяйственных земель, минеральных – на 17,9%, от площади пашни.

В настоящее время практически не вносятся минеральные удобрения на пашню.

Современная агрохимическая характеристика почв исследуемых районов. Большинство почв, поднятых в годы целинной кампании, ныне имеют среднее (2,6-3,5%) и низкое (2,1-2,6%) содержание гумуса в пахотном слое. На основании современных данных о содержании гумуса в почвах рассматриваемой территории можно констатировать, что оно снизилось после распашки целинных и залежных земель. В 1948 г. темно-каштановые старозалежные почвы средней мощности (18-28 см) имели 3,7% гумуса, а темно-каштановые маломощные (16-23 см) до 3,0% гумуса [7].

Высокая распаханность территории (60-70%), несоблюдение научно обоснованных норм агротехники (прямолинейная организация территории, вспашка и посев культур вдоль склона) усиливают эрозионные процессы.

Саратовская область относится к числу регионов, где в последнее время заметно активизировались процессы аридизации и опустынивания территории. В значительной степени этому способствуют современные тенденции в изменении климата, проявляющиеся, в частности, в увеличении повторяемости засух сильной интенсивности, а также возрастающая активность эрозионных процессов.

В настоящее время в Саратовской области площадь заброшенной пашни достигает 407 тыс. га. Больше всего неиспользуемых земель в Заволжье – это целинные Дергачевский, Новоузенский, Озинский районы. Почти 400 тыс. га пашни поросли бурьяном и требуют значительных вложений для ввода в сельскохозяйственный оборот. Но крупные агрохолдинги, тем более мелкие и средние землевладельцы не рискуют вкладывать деньги в земли зоны рискованного земледелия.

Заключение. История расселенческого и хозяйственного освоения Саратовского Заволжья свидетельствует, по меньшей мере, о четырех этапах экистической и хозяйственной активности на её территории.

На первом этапе, приходящемся на вторую половину XVIII века, весь XIX век и первое десятилетие XX века шло активное освоение волжских террас и речных долин средних и малых рек, особенно в зоне южных черноземов. К началу XX века постепенно стали осваиваться склоны и водоразделы в верхней и средней части Низкой Сыртовой равнины.

Второй этап расселенческой и хозяйственной истории Саратовского Заволжья охватывает советский период с 1920-х до середины 1950-х гг. Он характеризуется резким сокращением хозяйственной активности и уменьшением численности населения в годы гражданской войны, последующие десятилетия восстановления и мобилизации народного хозяйства в годы Великой Отечественной войны и послевоенные годы. Многие пахотные угодья ушли в залежь, вплоть до начала целинной кампании.

Третий этап истории заволжских земель включает вторую половину XX века вплоть до начала 1990-х гг. В эти десятилетия были распаханы целинные и залежные земли, разработана и осуществлена программа орошения волжской водой земель на террасах Волги и сыртовых землях. Были созданы государственные системы орошения, проложены магистральные каналы и новые дороги. Однако в результате непродуманных водных мелиораций и несоблюдения надлежащей агротехники ухудшилось состояние богарных и орошаемых земель. В результате вторичного засоления из оборота выбыло тысячи гектар орошаемых земель.

*Четвертый (современный) эта*п хозяйственной истории Саратовского Заволжья связан с распадом СССР, сменой социально-экономических условий развития России, переходом к частной или акционерной собственности на землю. Рыночные отношения в сельском хозяйстве предопределили слабую конкурентность саратовского засушливого Заволжья в растениеводстве. Усилился отток населения из отдаленных районов Заволжья. Значительные массивы малопродуктивных угодий, некогда распаханных в «целинные» годы, выпала из оборота и переведены фактически и юридически в разряд экстенсивных пастбищ или в залежь. Вновь, как и вначале советского периода, происходит деградация демографического и экистического пространства сельской местности.

Список литературы

1. Петриков А.В., Галас М.Л. Сельское хозяйство России в XX веке // Россия в окружающем мире 2001: Аналитический ежегодник / Отв. ред. Н.Н. Марфенин. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. С. 52-79.

2. Воробьев Н.Я. Всесоюзная перепись населения 1926 г., 2-е изд. М., 1957. 106 с.

3. Герман А.А. Тема 11. Республика немцев Поволжья как исторический феномен на территории Саратовского Поволжья // Электронный научно-образовательный журнал «История», 2015. – История Саратовского Поволжья [Электронный ресурс]. URL: htps: /arxiv.gaugn.ru/s207987840001075-1-2/ (дата обращения: 10.01.2023).

4. Лучников А.В., Хасин В.В. Тема 10. Край в условиях становления и развития советской общественно-политической системы. Форсированная модернизация (1921-1941 гг.) / Электронный научно-образовательный журнал «История», 2015. – История Саратовского Поволжья [Электронный ресурс]. URL: htps:/arxiv.gaugn.ru /s207987840001059-3-5/ (дата обращения: 13.01.2023).

5. Шпак А.А. Административно-территориальные преобразования в Немповолжье 1764-1944 гг. – Средняя Ахтуба, Россия. 2012. 386 с. // Интернет-ресурс «GeschichtederWolgadeutschen».URL: (дата обращения: 13.01.2023).

6. Воротников И.Л., Панфилов А.Е., Колотырин К.П. Влияние эколого-экономических рисков на состояние агроландшафтов Саратовского Заволжья // Агрономия и лесное хозяйство. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2012. № 1(25). С. 21-25.

7. Усов Н.И. Почвы Саратовской области. Часть вторая. Заволжье. Саратов, 1948. 357 с.

УДК 551.583:528.7: 581.9
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-820-826

ВЛИЯНИЕ ТЕКУЩИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА СТЕПНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПРЕДУРАЛЬЯ И ЗАУРАЛЬЯ

IMPACT OF CURRENT CLIMATIC CHANGES ON STEPPE ECOSYSTEMS OF THE CIS-URAL AND TRANS-URAL REGIONS

Мартыненко В.Б.[1], Федоров Н.И.[1], Наумова Л.Г.[2]
Martynenko V.B.[1], Fedorov N.I.[1], Naumova L.G.[2]

[1]Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН, Уфа, Россия
[2]Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, Уфа, Россия
[1]Ufa Institute of Biology, UFRC RAS, Ufa, Russia
[2]Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, Ufa, Russia

E-mail: fedorov@anrb.ru

Аннотация. Проведена оценка текущих изменений климата на 7 участках степных сообществ в Предуралье и Зауралье с середины XX века по настоящее время. Установлено, что среднегодовая максимальная температура увеличилась от 1,4°С до 1,7°С, при этом, увеличение среднегодовой температуры было выше в Зауралье и на юге Республики Башкортостан. Зимние максимальные температуры увеличились сильнее, чем летние. Среднегодовое количество осадков существенно увеличилось в центральной части Предуралья (до 39,8 мм), а в Зауралье и на юге РБ несколько снизилось (на 5,9 и 2,3 мм соответственно). В период отсутствия активной вегетации (с ноября по март) на всех модельных степных объектах отмечается значительное увеличение суммы осадков, а в период активной вегетации (с мая по сентябрь) – наоборот снижение. В обычные годы, значения NDVI степной растительности, отражающие интенсивность фотосинтеза растений, увеличиваются до конца июня – периода максимального развития степной растительности (начала плодоношения злаков и цветения разнотравья). В экстремально засушливом 2010 году на объектах степной растительности значения NDVI составляли от 0,13 до 0,29, что соответствует почти полностью выгоревшей и пожелтевшей растительности. В наименьшей степени угнетение растительности наблюдалось в Месягутовской лесостепи, а наиболее сильное – в центральной части Башкирского Предуралья. После локальной засухи 2021 года на горе Каннониковa снизилась плотность генеративных растений *Potentilla eversmanniana*, а на горе Измаилка – *Oxytropis hippolyti*. Вследствие изменения климата и увеличения антропогенной нагрузки на горе Тратау ухудшились состояния популяций шести видов (*Oxytropis baschkiriensis*, *Tulipa biebersteinii* и др.), а на горе Сусактау увеличилась численность засухоустойчивого вида *Helichrysum arenarium*. Анализ изменения степной растительности по космоснимкам за 2007-2008 гг. и 2022 г. показал увеличение площадей древесно-кустарниковой растительности в понижениях рельефа и на склонах гор Тастуба и Измаилка. Таким образом, изменение количества осадков и увеличение частоты засух оказывают существенное влияние на состояние и состав степных сообществ.

Ключевые слова: степи, изменение климата, Предуралье, Зауралье, ГИС-технологии, ДЗЗ, БПЛА, CHELSA, NDVI, редкие виды растений, мониторинг.

Abstract. In 7 areas with steppe communities in the Cis-Urals and Trans-Urals (Republic of Bashkortostan), an assessment of climate change was carried out for the period from the mid-20th century to the present. It was found that the average annual maximum temperature increased from 1.4°C to 1.7°C, while the increase in average annual temperature was higher in the Trans-Urals and in the south of the republic. Winter maximum temperatures have increased more than summer ones. The average annual precipitation increased significantly in the central part of the Cis-Urals (up to 39.8 mm), while in the Trans-Urals and the south of the Bashkortostan it decreased slightly (by 5.9 and 2.3 mm, respectively). In all model steppe areas, the amount of precipitation increased during the period of absence of active vegetation (from November to March), and, on the contrary, decreased during the period of active vegetation (from May to September). In normal years, NDVI values of steppe vegetation, reflecting the intensity of plant photosynthesis, increase until the end of June (in the study area this is the period of maximum development of steppe vegetation, corresponding to the beginning of grass fruiting and flowering of forbs). In 2010, with extremely dry summer weather conditions in the study area, NDVI values ranged from 0.13 to 0.29, which corresponds to almost completely burnt and yellowed vegetation. The least degree of vegetation suppression was observed in the Mesyagutovo forest-steppe region, and the most severe - in the central part of the Bashkir Cis-Urals. After the local drought of 2021, the density of generative plants of *Potentilla eversmanniana* decreased on Kannonikova Mt., and *Oxytropis hippolyti* decreased on Izmailka Mt. Due to climate change and increased anthropogenic pressure on Tratau Mt., the population status of six species (*Oxytropis baschkiriensis, Tulipa biebersteinii*, etc.) has worsened, while the population size of the drought-

resistant species *Helichrysum arenarium* on Susaktau Mt. has increased. Analysis of changes in steppe vegetation based on satellite images for 2007-2008 and 2022 showed an increase in the area size of trees and shrubs communities located in relief depressions and on the slopes of the Tastuba Mt. and Izmailka Mt. Thus, changes in precipitation and an increase in the frequency of droughts have a significant impact on the state and composition of steppe communities.

Key words: steppes, climate change, Cis-Urals, Trans-Urals, GIS technologies, remote sensing, UAVs, CHELSA, NDVI, rare plant species, monitoring.

Введение. Уязвимость экосистем стала важной темой исследований в области изменения климата в последние годы [1, 2]. Появляется все больше свидетельств того, что глобальное изменение климата существенно влияет на состав, структуру и функции травяных экосистем [3, 4, 5]. В степных районах растительность более чувствительна к изменениям влажности, в то время как лесные территории больше всего подвергаются влиянию изменения температуры вне вегетационного периода [6]. Влияние климатических изменений хорошо изучено в горной степи на Южном Урале [7, 8]. Выявлена повсеместная экспансия леса в горные степи на фоне увеличения температур и количества осадков в холодный период года. Интенсивность зарастания лесом отдельных участков определялась различиями в их влагообеспеченности, которые зависели от локальных микроклиматических и почвенно-грунтовых условий. Наиболее интенсивное зарастание лесом происходило на более многоснежных и увлажненных участках склонов [8]. Сведения о климатических изменениях и их влиянии на степные сообщества Башкирского Предуралья и Зауралья практически отсутствуют. Цель данного сообщения обсуждение климатических изменений с середины XX века и их влияния на степные экосистемы Предуралья и Зауралья.

Методика исследований. Влияние климатических изменений изучалось на модельных участках степных экосистем, в качестве которых выбраны участки существующих и проектируемых особо охраняемых природных территорий (ООПТ): в Предуралье в подзоне северной лесостепи – «гора Большая Тастуба»; в Предбелье (центральная часть Предуралья) – «шихан Тратау», «гора Сусактау», на Белебеевской возвышенности (восточная часть Бугульмино-Белебеевской возвышенности) – «гора Измаилка» и степные участки на территории природного парка «Аслыкуль»; в Южном Предуралье – «гора Каннониква» и в Зауралье «гора Шахтная». На каждом из этих объектов выполнялись геоботанические описания и проводился учет численности и возрастной структуры популяций редких видов. Учеты каждого вида проводились на 40 площадках размером 1×1 м на трансектах, заложенных регулярным способом с использованием популяционно-онтогенетического подхода по общепринятым методикам [9, 10, 11 и др.]. Ниже приводятся доминирующие растительные сообщества на степных модельных объектах и редкие виды, для которых проведена оценка плотности произрастания с учетом возрастного состояния растений.

Растительность горы Большая Тастуба представлена луговыми степями союза ***Cirsio-Brachypodion pinnati*** Hadač et Klika in Klika et Hadač 1944 и каменистыми степями союза ***Helictotricho desertorum-Orostachyion spinosae*** Korolyuk 2017 [12]. Проводился учет численности и возрастной структуры двух видов, включенных в Красную книгу Республики Башкортостан [13]: *Phlox sibirica* и *Minuartia krascheninnikovii.*

На территории Природного парка «Аслыкуль» сохранились участки луговых степей союза ***Festucion valesiacae*** Klika 1931, степей на каменистых почвах союза ***Helictotricho desertorum-Orostachion spinosae***, богато-разнотравных степей союза ***Helictotricho desertori-Stipion rubentis*** Toman 1969 и разнотравно-дерновинно-злаковых степей союза ***Carici supinae-Stipion zaleskii*** Korolyuk 2017 [14, 15]. Проводился учет численности и возрастной структуры четырех редких видов: *Astragalus zingeri, Trinia muricata, Artemisia salsoloides* и *Astragalus helmii.*

На горе Измаилка господствуют петрофитные ковыльные и овсецовые степи, которые после прекращения выпаса находятся на стадии самовосстановления. На вершине горы распространены разнотравно-дерновинно-злаковые степи союза ***Carici supinae-Stipion zaleskii***, а на придорожных каменистых откосах распространены степные сообщества союза ***Helictotricho desertorum-Orostachion spinosae*** [14, 15]. Проводился учет численности и возрастной структуры девяти редких видов: *Hedysarum grandiflorum, Crambe tataria, Artemisia salsoloides, Linum uralense, Linum nervosum, Oxytropis hippolyti, Hedysarum gmelinii, Helichrysum arenarium, Globularia punctata.*

Склоны горы Сусактау покрыты сравнительно хорошо сохранившимися сообществами с редкими для Южно-Уральского региона (ЮУР) различными вариантами разнотравно-

дерновинно-злаковых степей союза ***Carici supinae-Stipion zaleskii*** и петрофитных степей союза ***Helictotricho desertorum-Orostachion spinosae*** [14, 15]. Проводился учет численности и возрастной структуры трех редких видов: *Hedysarum razoumovianum**,** Hedysarum grandiflorum, Medicago cancellata.*

На известняковых обнажениях шихана Тратау распространены уникальные эндемичные сообщества петрофитных степей союза ***Helictotricho desertori-Stipion rubentis***, не встречающиеся более нигде в ЮУР. Есть участки луговых степей союза ***Festucion valesiacae*** [16]. Проводился учет численности и возрастной структуры семи редких видов: *Dictamnus gymnostilis, Oxytropis baschkiriensis, Minuartia krascheninnikovii, Koeleria sclerophylla, Hedysarum grandiflorum, Pimpinella tomiophylla, Astragalus permiensis.*

В растительности горы Канноникова преобладают различные варианты луговых степей союза ***Festucion valesiacae*** и петрофитных степей союза ***Helictotricho desertori-Stipion rubentis*** [16]. Проводился учет численности и возрастной структуры трех видов *Potentilla eversmanniana, Linaria altaica* и *Astragalus karelinianus.*

На горе Шахтная распространены каменистые степи союза ***Helictotricho desertori-Stipion rubentis*** на органогенно-щебнистых и маломощных черноземовидных почвах. На шлейфах имеют место деградированные из-за многолетнего чрезмерного выпаса луговые степи союза ***Festucion valesiacae*** [16]. Проводился учет численности и возрастной структуры пяти редких видов: *Oxytropis approximata, Helianthemum baschkirorum, Minuartia krascheninnikovii, Patrinia sibirica* и *Sophianthe sibirica.*

Для дальнейшего мониторинга состояния местообитаний популяций редких видов с использованием дистанционных методов зондирования проводилась съемка с использованием мультиспектральной камеры с БПЛА [17]. Для этого на площадки, на которых проводились измерения, помещались пластиковые круги для их позиционирования на снимках с БПЛА. Съемка площадок с кругами проводилась с БПЛА DJI Matrice 300 RTK с камерой MicaSense Altum. Полученные в результате мультиспектральной съемки снимки обрабатывались в программе Agisoft Metashape Professional.

Оценка текущих изменений климата проводилась с использованием растровых слоев климатической базы данных CHELSA [18]. Были созданы климатические сеточные ГИС-карты Республики Башкортостан (РБ) среднемесячных и среднегодовых сумм осадков, а также максимальных и минимальных дневных температур с разрешением 30 угловых секунд за периоды с 1941 по 1960 год и с 1996 по 2016 год [17]. Изменения осадков и температуры на степных участках рассчитывались как разница между средними значениями за 1941-1960 годы и средними значениями за 1996-2016 годы. Для расчета значений температуры и осадков на конкретных участках использовался модуль «Зональная статистика» программы QGIS 3.22.

На примере засухи 2010 года проведена оценка влияния экстремальных засух на состояние степной растительности модельных степных объектов в разных частях ЮУР. Для этого рассчитывались значения NDVI для модельных степных участков в засушливый 2010 год и предыдущий, типичный по осадкам и температуре 2009 год по космоснимкам Landsat 5. Кроме того, было проанализировано комплексное влияние климатических изменений и антропогенных факторов на структуру растительного покрова модельных степных объектов природного наследия Южного Урала (ЮУ). Для этого проведен анализ распространения древесно-кустарниковой растительности на их территориях в 2007-2008 гг. (по космоснимкам Alos AV2A (https://search.asf.alaska.edu/) и 2020 г. (по космоснимкам Yandex satellite).

Результаты и обсуждение. Анализ изменения температурных показателей и осадков с середины XX века по настоящее время в модельных степных объектах региона показал, что среднегодовая максимальная температура увеличилась от 1,4°C (гора Большая Тастуба, природный парк «Аслыкуль») до 1,7°C (горы Канноникова и Шахтная). Таким образом, увеличение среднегодовой температуры было выше в Зауралье и на юге РБ *(таблица 1)*. В период активной вегетации (май-сентябрь) увеличение средней максимальной температуры было наибольшим на горе Канноникова на юге РБ (1,0°C), а наименьшим – на горе Большая Тастуба в Месягутовской лесостепи (0,7°C). Зимние максимальные температуры увеличились сильнее, чем летние. Наибольшее увеличение средней максимальной температуры в зимний период наблюдается на горе Шахтная в Зауралье (2,4°C). Средние минимальные температуры в большинстве случаев увеличились в большей степени, чем средние максимальные температуры, за исключением гор Шахтная и Большая Тастуба.

В отличие от температур, среднегодовая сумма осадков на рассматриваемых территориях изменялась по-разному. Она существенно увеличилась в центральной части Предуралья (до 39,8 мм на горе Измаилка), а в Зауралье (гора Шахтная) и на юге РБ (гора Каннониkова) несколько снизилась (на 5,9 и 2,3 мм соответственно). Таким образом, становится очевидным, что снижение среднегодовой суммы осадков наблюдается на территориях с более аридным климатом.

В период отсутствия активной вегетации (с ноября по март) на всех модельных объектах отмечается значительное увеличение суммы осадков, а в период активной вегетации (с мая по сентябрь) – наоборот снижение *(таблица 2)*. Наиболее выраженным снижение количества осадков было на горе Тратау (на 44,3 мм) и в самой южной точке – горе Каннониkова (на 47,9 мм). В Предуралье снижение количества осадков наблюдается с июля по октябрь, причем наиболее сильное – в июле, когда происходит плодоношение многих степных видов, что может создавать преимущества для ксерофитных видов и приводить к дальнейшему остепнению участков луговых степей.

Таблица 1

Изменение количества осадков, максимальных и минимальных температур на степных территориях РБ с середины XX века до настоящего времени

Временные периоды	Модельные степные экосистемы						
	Тратау	Сусактау	Измаилка	Аслы-куль	Каннони-кова	Шахтная	Большая Тастуба
Сумма осадков, мм							
Среднегодовые	14,1	28,1	39,8	23,3	-2,3	-5,9	4,4
Май-сентябрь	-44,3	-22,6	-12,8	-18,8	-47,9	-35,3	-28,3
Ноябрь-март	59,1	51,8	57,2	43,4	47,9	24,9	27,7
Максимальные температуры, °С							
Среднегодовые	1,5	1,5	1,5	1,4	1,7	1,7	1,4
Май-сентябрь	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	0,9	0,7
Ноябрь-март	2,1	2,1	2,1	2,1	2,3	2,4	2,1
Минимальные температура, °С							
Годичные	2,0	1,9	2,0	1,9	2,1	1,5	1,5
Май-сентябрь	1,0	0,9	1,0	0,9	1,1	0,7	0,7
Ноябрь-март	3,0	3,0	3,1	2,9	3,2	2,4	2,3

Примечание: использованы усредненные данные за 1941-1960 годы и за 1996-2016 годы.

Таблица 2

Изменение среднемесячных сумм осадков на степных территориях Республики Башкортостан с середины XX века до настоящего времени

Месяцы	Модельные степные экосистемы						
	Тратау	Сусактау	Измаилка	Аслыкуль	Канно-никова	Шахтная	Большая Тастуба
Январь	12,5	10,3	10,4	8,1	10,3	**7,1**	**6,3**
Февраль	7,0	6,7	7,9	5,7	6,0	**1,9**	**2,4**
Март	10,2	8,9	9,5	7,4	9,8	7,3	**5,6**
Апрель	3,2	1,9	0,8	1,2	7,8	3,1	2,9
Май	2,2	4,1	1,2	3,8	**-1,4**	0,8	2,6
Июнь	1,7	5,1	8,8	6,8	**-6,0**	3,9	6,7
Июль	**-33,6**	**-27,8**	**-20,7**	**-28,9**	**-8,9**	-21,2	-24,8
Август	-4,0	-0,1	-1,2	0,9	**-12,6**	-6,4	-3,4
Сентябрь	-10,6	-4,0	-0,9	-1,3	**-19,0**	-12,3	-9,4
Октябрь	-3,9	-3,0	-5,4	-2,5	**-10,1**	1,3	2,2
Ноябрь	13,2	13,0	15,4	11,9	8,2	5,8	8,5
Декабрь	16,2	13,0	14,0	10,3	13,6	**2,8**	**4,9**

Примечание: использованы усредненные данные за 1941-1960 годы и за 1996-2016 годы.

Аналогичная картина, но с меньшим падением суммы осадков выявлена на горах Шахтная и Большая Тастуба. В отличие от них на самой южной горе – горе Каннoникова снижение суммы осадков наблюдается уже в мае и длится до октября, причем наибольшее снижение происходит с августа по октябрь, когда большинство степных растений заканчивают плодоношение, а многие и вегетацию. Таким образом, влияние на растительность текущих изменений количества осадков будет наименьшим на юге региона.

При прогнозируемых климатических изменениях предполагается аридизация климата на ЮУ с увеличением температуры и зимних осадков при снижении осадков в летний период, а также увеличение частоты засух [19]. В обычные годы, значения NDVI степной растительности, отражающие интенсивность фотосинтеза растений, увеличиваются до конца июня — периода максимального развития степной растительности (начала плодоношения злаков и цветения разнотравья) [20]. В дальнейшем NDVI меняется в зависимости от количества и частоты выпадения осадков. В экстремально засушливом 2010 году на объектах степной растительности значения NDVI составляли от 0,13 до 0,29, что соответствует почти полностью выгоревшей и пожелтевшей растительности [20]. В наименьшей степени угнетение растительности наблюдалось на севере Предуралья в Месягутовской лесостепи на горе Тастуба (0,29), а наиболее сильное в центральной части Башкирского Предуралья – на горе Сусактау (0,13), где на крутых склонах конической горы распространены песчанистые почвы с низкой влагоудерживающей способностью *(таблица 3)*. Снижение в 2010 году в середине лета значений NDVI по отношению к 2009 на всех степных объектах, за исключением горы Каннoникова, были достаточно близки и составляли в начале августа от 40,5 до 52,8%. На горе Каннoникова падение было ниже и составляло 26,8%, это связано с тем, что данная гора расположена намного южнее остальных объектов и обладала бóльшим потенциалом устойчивости растительности к засухе.

Таблица 3

Сравнение значений NDVI безлесных участков степных объектов природного наследия Южного Урала в засуху 2010 года и в предыдущий 2009 год

Модельные степные экосистемы	Дата сравнения	Годы		Разница,
		2009	2010	%
Гора Каннoникова	06.08	0,33	0,24	**26,8**
Гора Тастуба	06.08	0,53	**0,29**	44,0
Гора Шахтная	07.08	0,43	0,20	**52,8**
Гора Сусактау	05.08	0,24	0,13	45,4
Гора Измаилка	05.08	0,40	0,23	43,5
Гора Тратау (подножие)	06.08	0,38	0,19	49,5
Гора Тратау	06.08	0,44	0,26	40,5
Природный парк «Аслыкуль»	05.08	0,38	0,20	47,4

Анализ изменения степной растительности по космоснимкам за 2007-2008 гг. и 2022 г. показал увеличение площадей древесно-кустарниковой растительности в понижениях рельефа и на склонах гор Тастуба и Измаилка *(рисунок 1)*. Оно может быть связано с увеличением суммы осадков в зимний период и снегонакоплением в понижениях рельефа, а также отчасти со снижением выпаса скота. Все степные модельные объекты в той или иной степени подвержены рекреационным нагрузкам. В наибольшей степени их воздействие выражено на горе Тратау. В связи с борьбой за сохранение шиханов от разработки Содовым комбинатом гора Тратау привлекла большое число рекреантов и туристов, у горы начали проводить массовые мероприятия, что многократно увеличило рекреационную нагрузку. Последствия нарушения почвенного покрова в результате разрастания тропиночной сети пока не до конца ясны, так как обнажения грунта отчасти может способствовать дополнительному распространению редких петрофитных видов.

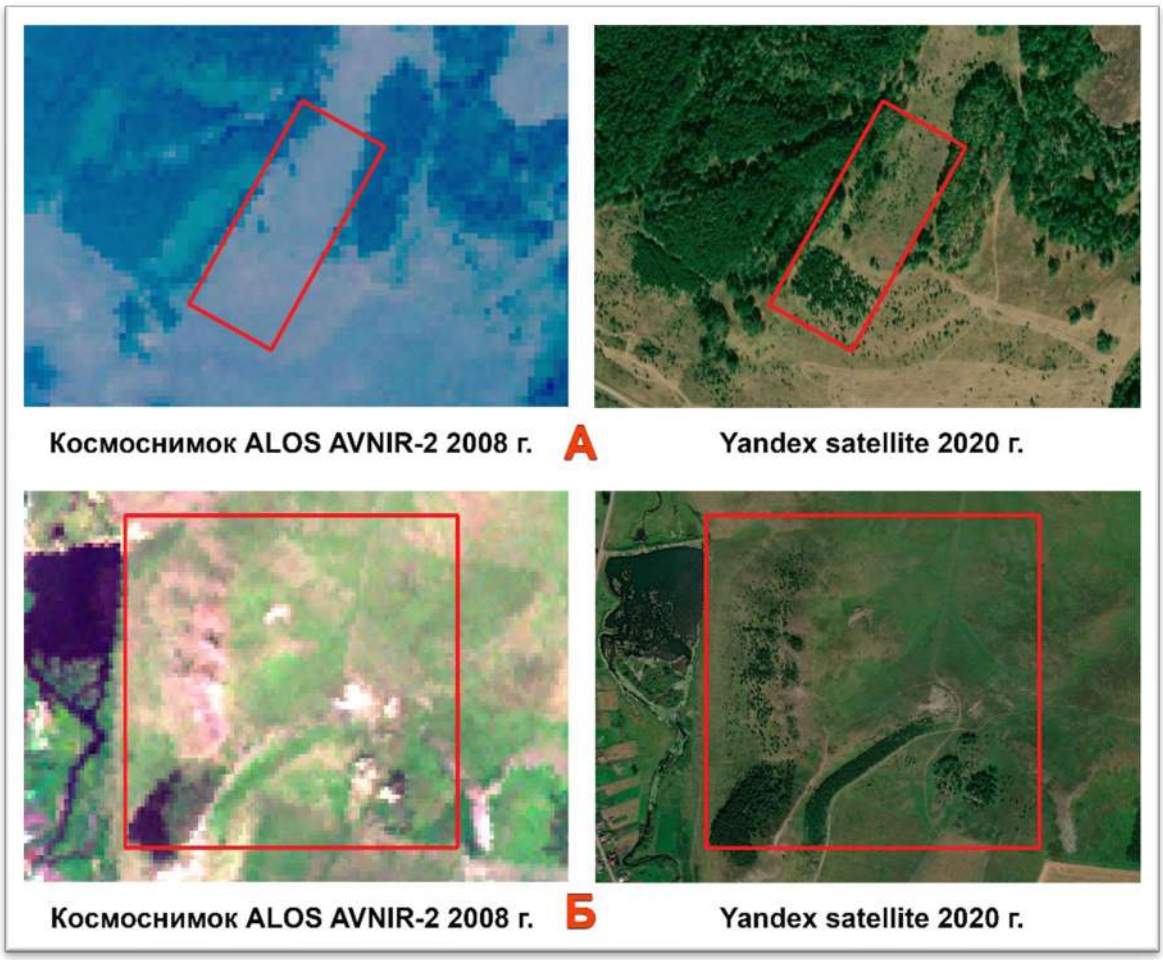


Рисунок 1. Пример зарастания древесно-закустарниковой растительностью степных участков на горе Измаилка (А) и на горе Большая Тастуба (Б).

Учет численности и возрастной структуры популяций редких и нуждающихся в охране видов растений показал, что после локальной засухи 2021 года на горе Канноникова статистически достоверно снизилась плотность генеративных растений *Potentilla eversmanniana*, а на горе Измаилка – O*xytropis hippolyti.* В популяциях *Minuartia krascheninnikovii* на горе Тастуба наблюдалось снижение численности прегенеративных растений (j, im, v), что, возможно, связано с их гибелью из-за засушливого периода в начале-середине лета этого года. Вследствие увеличения антропогенной нагрузки на горе Тратау ухудшились состояния популяций видов *Oxytropis baschkiriensis, Tulipa biebersteinii, Astragalus permiensis*, *Hedysarum grandiflorum*, *Linum uralense* и *Pimpinella tomiophylla.* На горе Сусактау заметно увеличилась численность засухоустойчивого вида *Helichrysum arenarium*. Таким образом, увеличение зимних осадков и частоты засух оказывают существенное влияние на структуру степных растительных сообществ.

Исследования поддержаны грантом Российского научного фонда № 22-14-00003, https://rscf.ru/project/22–14–00003/.

Список литературы

1. IPCC Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2021.

2. Zarei A., Chemura A., Gleixner S., Hoff H. Evaluating the grassland NPP dynamics in response to climate change in Tanzania // Ecological Indicators. 2021. Vol. 125. Article 107600. DOI: 10.1016/j.ecolind.2021.107600.

3. Craine J.M., Ocheltree T.W., Nippert J.B., Towne E.G., Skibbe A.M., Kembel S.W., Fargione J.E. Global diversity of drought tolerance and grassland climatechange resilience // Nature Climate Change. 2013. Vol. 3. No. 1. C. 63-67. DOI: 10.1038/ nclimate1634.

4. Hoover D.L., Knapp A.K., Smith M.D. Resistance and resilience of a grassland ecosystem to climate extremes // Ecology. 2014. Vol. 95. No. 9. C. 2646-2656. DOI: 10.1890/13-2186.1.

5. De Boeck H.J., Hiltbrunner E., Verlinden M., Bassin S., Zeiter M. Legacy effects of climate extremes in alpine grassland // Frontiers in plant science. 2018. Vol. 9. C. 1586. DOI: 10.3389/fpls.2018.01586.

6. You G., Bo Liu, Liu B., Zou C., Li H., McKenzie S., He Y., Gao J., Jia X., Altaf A., Wang S., Wang Z., Xia X., Xu W. Sensitivity of vegetation dynamics to climate variability in a forest-steppe transition ecozone, north-eastern Inner Mongolia, China // Ecological Indicators. 2021. Vol. 120. Article 106833. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106833.

7. Моисеев П.А., Гайсин И.К., Бубнов М.О., Моисеева О.О. Динамика древесной растительности на участках остепненных склонов Южного Крака в последние 80 лет // Экология. 2018. № 2. С. 157-162. DOI: 10.7868/S0367059718020105.

8. Гайсин И.К., Моисеев П.А., Махмутова И.И. Низаметдинов Н.Ф., Моисеева О.О. Экспансия древесной растительности в экотоне лес-горная степь на Южном Урале в связи с изменениями климата и влажности местообитаний // Экология. 2020. № 4. С. 251-264. DOI: 10.31857/S0367059720040071.

9. Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Ермакова И.М., Жукова Л.А., Уранов А.А., Торопова Н.А., Воронцова Л.И., Гатцук Л.Е., Егорова В.Н., Просвирнина Е.А. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 217 с.

10. Заугольнова Л.Б., Жукова Л.А., Комаров А.С., Смирнова О.В. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М.: Наука, 1988. 236 с.

11. Денисовой Л.В. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями редких видов Красной книги СССР. М.: ВНИИприроды, 1986. 34 с.

12. Золотарева Н.В. Двадцатилетняя динамика экстразональных степей Южного Урала на фоне климатических изменений // Экология. 2020. № 5. С. 365-376. DOI: 10.31857/S0367059720050145.

13. Мартыненко В.Б. Красная книга Республики Башкортостан: в 2 томах. Т. 1. Растения и грибы. 3-е изд., доп. и переработ. М.: Студия онлайн, 2021. 391 с.

14. Королюк А.Ю. Степи Северного Казахстана – синтаксономическая ревизия // Растительность России. 2017. № 30. С. 61-77. DOI: 10.31111/vegrus/2017.30.61.

15. Абдуллин Ш.Р., Багмет В.Б., Баишева Э.З., Бикбаев И.Г., Валуев В.А., Волков А.М., Галеева А.Х., Мартыненко В.Б., Широких П.С., Ямалов С.М. Природные условия и биота Природного парка «Аслы-Куль». Уфа: Башкирская энциклопедия, 2018. 456 с.

16. Ямалов С.М., Баянов А.В., Мулдашев А.А., Аверинова Е.А. Ассоциации луговых степей Южного Урала // Растительность России. 2013. № 22. С. 106-125. DOI: 10.31111/vegrus/2013.22.106.

17. Федоров Н.И., Широких П.С., Мартыненко В.Б., Михайленко О.И. Тенденции изменения климата в геопарке «Торатау» (Западный склон Южного Урала) // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии: тез. докл. III Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти Л.В. Бардунова (1932-2008 гг.) (Иркутск, Листвянка, 29 авг. –3 сент. 2022 г.). Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2022. С. 65.

18. Karger D.N., Conrad O., Bohner J., Kawohl T., Kreft H., Soria-Auza R.W., Zimmermann N.E., Linder H.P., Kessler M. Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas // Scientific data. 2017. Vol. 4. No. 1. P. 1-20. DOI: 10.1038/sdata.2017.122.

19. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Техническое резюме / Под ред. В.М. Катцова, С.М. Семенова. М.: Росгидромет, 2014. 93 с.

20. Fedorov N.I., Zharkikh T.L., Mikhailenko O.I., Bakirova R.T. The use of NDVI for the analysis of the effect of drought on vegetation productivity in the Pre-Urals Steppe area where a population of the Przewalski Horse Equus Ferus Przewalskii Polj., 1881 had been established // Information Technologies in the Research of Biodiversity: Proceedings of the International Conference "Information Technologies in the Research of Biodiversity", 11-14 September, 2018, Irkutsk, Russia. Cham: Springer International Publishing, 2019. P. 1-7. DOI: 10.1007/978-3-030-11720-7_1.

УДК 502.62
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-827-831

ЛАНДШАФТНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГА ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

LANDSCAPE DIVERSITY OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS THE SOUTH OF DONETSK REGION

Марченко Г.А.
Marchenko G.A.

Государственное бюджетное учреждение Биосферная особо охраняемая природная территория (Биосферный резерват) «Хомутовская степь – Меотида», Новоазовск, Донецкая Народная Республика, Россия
State budgetary Institution Biosphere specially protected natural Area (Biosphere Reserve) "Khomutovskaya steppe – Meotida", Novoazovsk, Donetsk People's Republic, Russia

E-mail: meotida2017@bk.ru

Аннотация. В работе выполнен анализ геоморфологических особенностей особо охраняемых природных территорий юга Донецкой области: национального парка «Меотида», отделений «Хомутовская степь» и «Каменные могилы» природного заповедника «Степь Донецкая». На основании полученных результатов предлагается вариант дифференциации ландшафтных составляющих в границах упомянутых объектов.

Ключевые слова: ландшафтное разнообразие, природно-территориальные комплексы, геоморфологический фактор, национальный парк, природный заповедник**.**

Abstract. In the article analyzes the geomorphological features of specially protected natural territories in the south of Donetsk region: the national park "Meotida", the departments "Khomutovskaya steppe" and "Stone Graves" of the natural reserve "Steppe Donetsk". Based on the results obtained, a variant of differentiation of the landscape components of the areas within the boundaries of the mentioned objects is proposed.

Key words: landscape diversity, natural and territorial complexes, geomorphological factor, national park, nature reserve.

Введение. Термин «ландшафтное разнообразие» появился вследствие озабоченности, вызванной возрастающими темпами деградации дикой природы и необходимостью ее охраны. Принятая в 1992 г. в Рио-де-Жанейро Международная Конвенция «О биологическом разнообразии» вскоре привела общественное мнение к мысли, что сохранение биоразнообразия невозможно без охраны среды обитания животных и растений, каковыми выступают природные территориальные комплексы – ландшафты. Поэтому в 1993 г. Советом Европы принята «Панъевропейская стратегия сохранения биологического и ландшафтного разнообразия», а в 2000 г. открыта для подписания Европейская конвенция о ландшафтах. Все это свидетельствует о том, что проблема ландшафтного разнообразия является одним из актуальных направлений современных фундаментальных и прикладных исследований, позволяющим получить новые научные и практические результаты в области природопользования и охраны окружающей среды.

Закономерности дифференциации ландшафтной оболочки давно привлекали внимание исследователей. Широкое признание получило учение о ландшафтных зонах, разработанное отечественными учеными докучаевской школы, которое призвано было и стать важным шагом на пути познания территориальной физико-географической дифференциации, как следствие, явилось развитием теории ландшафта. Отсюда же и утвердившиеся в современной физической географии понятия географической зональности, региональной и морфологической дифференциации природно-территориальных комплексов, их типологических особенностей.

Геоструктурный план территории Северного Приазовья образуют крупные блоки Приазовского выступа докембрийского фундамента и сопредельные структурные образования: Конкско-Ялынская впадина на северо-западе, Донецкое складчатое сооружение на северо-востоке и востоке, отграниченное от выступа фундамента сложно построенной так называемой «зоной сочленения»; восточное продолжение скифской плиты на юго-востоке и юге. Крупные блоки Приазовского выступа фундамента образованы региональными зонами разломов

субширотного и субмеридиального простирания. Субширотные разломы обусловили ступенеобразное погружение фундамента на юго-запад. Геоструктура субрегиона характеризуется внутренней дифференциацией; помимо общего южного погружения блоков, некоторые из которых наиболее опущены, образуют грабены (район Хомутовской степи), а наиболее приподнятые – горсты (севернее Хомутовсой степи – Еланчикский), а на севере субрегиона – Октябрьский горст.

Геоструктурные особенности предопределяют и основные черты геологического строения: малую мощность осадочного чехла в пределах выступа фундамента и увеличение ее к югу по мере погружения фундамента, участие в рельефообразовании северных окраин Донецкого Приазовья карстующихся пород (девонских доломитов) в пределах приподнятых локальных блоков зоны сочленения Приазовья и Донбасса. Геоморфологический фактор – самый результативный среди факторов физико-географической дифференциации ввиду неопосредованности его ландшафтообразующего воздействия и значимости природного компонента, на который это воздействие направлено – морфолитогенной основы.

Развиваясь в прямой зависимости от направленности неотектонических движений, геоморфологический фактор предопределял процессы ландшафтообразования уже самим генетическим типом исходного рельефа: при интенсивном восходящем развитии морфоструктур формировалась преимущественно денудационная морфоскульптура; при медленном восходящем развитии и погружениями – значительными были местные аккумулятивные составляющие. В соответствии с этим различно происходило и формирование горизонтальной структуры природно-территориальных комплексов.

Результатом многообразного наложения взаимообусловленных развивающихся геолого-геоморфологических факторов, разногенетичных, но связанных с формированием единого морфолитогенного субстрата, явился процесс постепенного усложнения ландшафтообразующей роли рельефа. Наряду с этим необходимо отметить эффект такого усложнения, создаваемый большой морфологической деятельностью более молодых, лучше сохранившихся структурных и скульптурных форм рельефа, каждая из которых находит свое отражение в иерархии современных природно-территориальных комплексов.

Данная статья не анализирует факторы ландшафтообразования, а лишь описывает существующее ландшафтное разнообразие Донецкого Приазовья в границах особо охраняемых природных территорий юга Донецкого субрегиона – отделений «Хомутовская степь» и «Каменные могилы» природного заповедника «Степь Донецкая» и национального парка «Меотида».

Результаты исследования и их обсуждение

Отделение «Хомутовская степь» природного заповедника «Степь Донецкая». Хомутовская степь в физико-географическом отношении достаточно типична для Приазовья. Она занимает слегка волнистое плато, которое постепенно снижается в направлении на запад в сторону р. Грузской Еланчик и заканчивается крутым невысоким склоном. На севере степь ограничена Оболонской балкой, на юге она несколько переходит через Брандтовскую балку, а с запада замыкается долиной р. Грузской Еланчик. Территория заповедника с востока на запад расчленена системой балок: Оболонской, Климушанской, Средней, Брандтовской и Красным яром, на крутых склонах которых, а также на склонах речной долины обнажаются сарматские известняки. Территория заповедника в геологическом отношении весьма неоднородна. Она размещена на юго-западе Восточно-Европейской (докембрийской) кристаллической платформы, которая залегает на разной глубине от поверхности и формирует фундамент. Местами платформа залегает неглубоко и представляет собой Украинский кристаллический щит, южная часть которого относится к Приазовскому блоку. На склонах кристаллического щита залегают палеозойские, мезозойские и кайнозойские отложения, которые различаются как по набору, так и по мощности. Так, на северо-восток от щита тянется Днепровско-Донецкая впадина, наполненная как палеозойскими, так и мезозойскими отложениями. Далее в северо-восточном направлении расположен Воронежский кристаллический массив, на западном склоне которого на глубине 1-2 тыс. метров залегают кристаллические породы, а выше – залежи разных периодов.

Такое разнообразие геоморфологических особенностей территории позволяет выделить четыре типа местности:

1. Уровневая эрозионно-структурная (пластово-аккумулятивная) междуречная волнистая лессовая равнина на неогеновой известняковой основе с разнотравно-типчаково-ковыльной степью и корневищно-злаковой лугово-степной растительностью на обычном

среднемощном малогумусном черноземе. Она занимает широкие приводораздельные пространства с абсолютными отметками 50-80 м при мощности лессовидных суглинков 10-30 м. Этот тип местности является преобладающим по площади в заповеднике и включает такие урочища: плескатоволнистые поверхности лессовой равнины на наиболее возвышенной приводораздельной части междуречного пространства; пологие (1,5-2º) делювиальные склоны лессовой равнины; пологие и крутые (2-5º) делювиальные склоны балок и котловин; впадины с углами наклона склонов до 3º, тальвеги – 1-2º с мало интенсивными делювиальными процессами; балки с углами наклона склонов 5-7º при длине последних до 10 м и крутизной тальвегов 3-4º; балки с временными водотоками (преимущественно за счет периодически действующих источников) и крутизной склонов до 15-20º.

2. Склоны эрозионно-денудационных каменистых балок и долин с обнажениями неогеновых известняков с кустарниковой и петрофитно-злаковой растительностью на карбонатных и остаточно-карбонатных маломощных обыкновенных черноземах. Этот тип местности выделяется в пределах придолинных плоскостей срезов и отличается наибольшей активностью физико-географических процессов (смывания, выветривания, осыпи, обвалы, иногда оползни). Верхние части склонов, прилегающих к лессовой равнине, имеют небольшую крутизну; они аккумулятивные и составлены лессовидным материалом, в основном задернованные, но расчленены многочисленными эрозионными промоинами; благодаря задернованости делювиальные процессы здесь заторможены. В средней части склона крутизна растет (иногда склон становится отвесным). Склоны образованы неогеновыми известняками и известково-песчано-глинистыми прослойками. Нижние части склонов представляют собой шлейфы делювиально-пролювиальных-осыпных накоплений; подножия шлейфов пологие, задернованные. Этот тип местности охватывает такие склоновые урочища: конечные выходы из балок и оврагов с крутыми склонами и отложениями известняка с незадернованными или слабо задернованными днищами, с зарослями степных кустарников, ползучепырейными и волосистопырейными фитоценозами на элювии коренных пород; крутые склоны речных долин с выходами на дневную поверхность коренных пород и петрофитными фитоценозами, зарослями караганы, терна, берестняком на элювии коренных пород и на недоразвитых сильно эродированных почвах.

3. Равнинная местность цокольных и аккумулятивных надпойменных террас занимает незначительные площади преимущественно на левобережье речных долин в виде отдельных урочищ. Среди них различаются высокие неоген-раннеантропогеновые цокольные с пологими склонами террасы, произведенные в неогеновых известняках и перекрыты лессовидными суглинками различной мощности, и пологосклоновые аккумулятивные нерасчлененные (первая и вторая) надпойменные террасы.

4. Равнинная местность остепненных пойм тянется полосой, ширина которой до 200 м, что находится практически за пределами заповедника и охватывает два типа урочищ: остепнённые корневищно-злаковые луга высокой поймы и заросшие камышом и осокой заболоченные участки низкой поймы, часто с заросшими руслами пересыхающих рек.

Отделение «Каменные могилы» природного заповедника «Степь Донецкая». Территория представляет собой фрагмент петрофитно модифицированного северо-степного района возвышенной лессово-расчлененной равнины с маломощным антропогеновым покровом на кристаллическом фундаменте, с эродированными обыкновенными гумусными черноземами, с выходами кристаллических пород на приводораздельных пространствах. В пределах Каменных могил и прилегающих угодий представлены пять типов местностей:

1. Уровенная местность денудационной приводораздельной лессовой равнины на неглубоком докембрийском фундаменте, с останцами кристаллических пород, с растительностью разнотравно-типчаково-ковыльных степей и их петрофитных модификаций на сильно эродированных щебнистых почвах в обыкновенных черноземах;

2. Уровенная местность расчлененной приводораздельной /междуречной/ лессовой равнины с волнистой поверхнеостью на неглубоком докембрийском основании, с растительностью разнотравно-типчаково-ковыльных степей и луговых корневищно-злаковых степей на эродированных обыкновенных малогумусных черноземах;

3. Склоновая местность эрозионно-денудационных каменистых долинно-балочных склонов с обширными выходами докембрийских магматических и метаморфических пород, с ксерофитно-петрофитизированной степной растительностью на сильно эродированных и неполноразвитых щебнистых малогумусных черноземах и черноземовидных почвах;

4. Уровенная местность цокольных, с останцами кристаллических пород, и аккумулятивных надпойменных террас с обыкновенностепной разнотравно-типчаково-ковыльной и луговостепной корневищнозлаковой растительностью на обыкновенных малогумусных черноземах;

5. Уровенная местность степных пойм на луговокарбонатных и луговоболотных почвах.

Национальный парк «Меотида». Уникальность ландшафта территории национального парка «Меотида» состоит в разнообразии его форм. Тут представлена разветвленная сеть протоков, устьев, озер, лиманов, заливов, значительная пестрота морфогидрографических элементов: останцы коренных пород, прирусловые и прибрежные массивы, лагуны, косы.

По своему географическому положению это южная часть Приазовской низменной степи. Она принадлежит к степной провинции Причерноморской впадины и в орографическом плане представляет собой волнистую равнину с едва заметным развитием эрозионных процессов, которая обрывается к морю крутым абразионным уступом.

Эта физико-географическая область характеризуется среднерасчлененным ландшафтом с почти плоскими приводораздельными геокомплексами. Она приурочена к крылу Приазовского выступа щита, который погружается на юго-восток, чем обуславливаются отличные от возвышенных, долины; плохо выраженные в рельефе аккумулятивные террасы, местами опущенные; заболоченные поймы. Приморское расположение области обусловило разнообразие природных территориальных комплексов.

В границах парка можно выделить 8 типов ландшафтов. Кроме приводораздельных, эрозионно-балочных, придолинно-склоновых, террасно-речных и пойменных, тут развиты местности морских террас – древних и современных морских равнин, абразионно-балочно-оползневых крутых приморских склонов.

1. Приводораздельные местности занимают почти 60% территории. Рельеф их почти плоский, слабоволнистый вследствие эрозионного расчленения. Известняковая основа ландшафта перекрыта антропогенными лессовидными суглинками, на которых под разнотравно-типчаково-ковыльной растительностью сформировались обычные малогумусные высоковскипающие пахотные земли. Естественная травянистая растительность заместилась сельскохозяйственными культурами. Преобладающие урочища – почти плоские плакоры и их делювиально-склоновые периферийные участки.

2. Эрозионно-балочные местности связаны тесно с приводораздельными. Глубина эрозионного вреза 40-60 метров. В состав этих местностей входят урочища делювиальных склонов делювиальных форм, логи, лощины, балки, редко – овраги. Почвы слабо-, реже среднесмытые, в днищах – намытые обыкновенные карбонатные черноземы на лессах. Растительность преимущественно травянистая, лугово-степная, иногда в балках встречаются терновники. Балки используются под пастбища.

3. Придолинно-склоновые местности из-за меньшего эрозионного вреза отличаются от возвышенных меньшими площадями. Скальные обнажения пород фундамента встречаются в северной периферии в долинах, врезанных в кристаллическое основание. В другой части на склонах обнажаются полускальные песчаники и известняки, образуя среднюю полосу склоновых геокомплексов. Нередко эти урочища охватывают нижнюю часть склонов долин или балок. Верхние урочища характеризуются засушливостью и смытостью почвенного субстрата. Почвенно-растительный покров беден. Используется как пастбища.

4. Террасно-речные местности в понижениях равнин развиты преимущественно на левобережье. Ширина фрагментов террас (отдельных урочищ) достигает 1 км; они используются в земледелии. В состав этих местностей входят склоновые урочища уступов террас. Почвы представлены обычными малогумусными черноземами, в урочищах с лучшим увлажнением – среднегумусными. Естественный растительный покров террас (разнотравно-злаковый с кустарниками) замещен культурным, в уступах измененный в результате выпаса.

5. Пойменные местности развиты хорошо. Поймы рек имеют один уровень с аллювиальными почвами, заболоченные, покрытые лугово-болотной растительностью, во многих местах мелиоративные и используются как высокопродуктивные пастбища и сенокосы. В восточной части вследствие разгрузки неогеновых водоносных горизонтов обширные участки пойм засолены. Мелкие реки летом частично пересыхают.

6. Местности древних морских террас представлены участком древнеэвксинской морской равнины у основания Кривой косы. Морская терраса – это сравнительно молодой

плакор, где морские отложения перекрыты лессовой толщей. Из-за ландшафтных особенностей эта территория близка к местностям приводораздельных равнин.

7. Местности современных морских равнин тянутся узкой полосой пляжа по всему побережью и образуют массивы на Кривой и Белосарайской косах. Последние относятся к дрейфующим формам рельефа, так как не имеют оснований из коренных комплексов и сложены лишь терригенным песчано-ракушечным материалом и, следовательно, легко подвижны. Они включают в себя урочища песчано-ракушечных кос и лиманных солончаков. Растительность отсутствует или представлена редким покрывалом. Солончаки сплошь зарастают несколькими видами солянок – галофитов. Почвенный покров на косах и пляжах не сформирован, на лиманных участках представлен неполно – развитыми дерново-глеевыми солончаковыми почвами.

8. Абразионно-балочно-оползневые местности крутых приморских склонов сформировались вдоль выходов к морю междуречий и прерываются устьями речных долин и балок. Эти местности представлены геокомплексами абразионных обрывов, которые в штормовую погоду подмываются. Динамика берегов на таких участках в последние годы претерпевает значительную эскалацию – разрушение 2 метра в год в 2022 и 2023 годах против 1 метра с 2000 по 2021 годы.

Заключение. Из приведённых результатов исследований следует, что ландшафтно-морфологическая структура уровенных возвышенных и низменных физико-географических районов Приазовской северостепной провинции в целом изоморфна, что свидетельствует о высокой типологичности морфологических природно-территориальных комплексов и о единстве для всего региона континуальных факторов ландшафтообразования. Изоморфность горизонтальной структуры уровенных районов Донецкого Приазовья (в неприморской части) состоит в следующем:

1. Среди местностей выделяются приводораздельные (междуречные), придолинносклоновые, террасноречные и пойменные.
2. Каждой местности присущ набор урочищ, в общих чертах единый для всей провинции.
3. Преобладающими по площади распространения природно-территориальными комплексами являются уровенные урочища междуречных и террасно-речных лессовых равнин и их делювиально-склоновые модификации.

Несмотря на высокую степень типологичности ландшафтной морфологии, индивидуальные черты физико-географических районов проявляются в природно-территориальных комплексах всех морфологических рангов, от местностей до урочищ и фаций, причем разнообразие индивидуальных ландшафтных особенностей представлено весьма широко: оно имеет в основном орографическое, литологическое и скульптурно-геоморфологическое предопределение и характеризуется множеством межкомпонентных и межкомплексных взаимообусловленностей. Главнейшей ландшафтно-геоморфологической разнородностью в провинции является гетерогенность междуречных и придолинно-склоновых местностей, зависящая от особенностей коренных пород и их рыхлого перекрытия.

Список литературы

1. Природа Украинской СССР. Ландшафты и физико-географическое районирование / А.М. Маринич, В.М. Пащенко и др. Киев: Наук. Думка, 1985.

2. Молодан Г.Н. и др. Ландшафты, растительный покров и животный мир регионального ландшафтного парка «Меотида». Монография. Донецк: Ноулидж, 2010.

3. Пащенко В.М. Генетический анализ степных геокомплексов: Дис. … канд. геогр. наук. Киев, 1979.

УДК 911.52
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-832-837

ТУРИСТИЧЕСКИЙ БРЕНДИНГ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ НОГАЙСКОЙ СТЕПИ

TOURISM BRANDING AS A FACTOR IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE NOGAI STEPPE

Межитов А.З.[1], Эльдаров Э.М.[2]
Mezhitov A.Z.[1], Eldarov E.M.[2]

[1]Ногайское местное отделение Русского географического общества, с. Терекли-Мектеб, Россия
[2]Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия
[1]Nogai local branch of the Russian Geographical Society, p. Terekli-Mekteb, Russia
[2]Dagestan State University, Makhachkala, Russia

E-mail: [1]mejitow@mail.ru, [2]geodag@mail.ru

Аннотация. В статье отражаются и систематизируются те элементы природной и общественной среды в пределах Ногайского и Тарумовского районов Республики Дагестан (РД), которые способны служить развитию туризма и массового отдыха. Анализ рекреационных ресурсов рассматриваемой территории осуществлялся в соответствии с триадной структурой геосистем «природа – население – хозяйство». На основе логического, статистического и рекреационно-географического методов исследования раскрывается роль туризма в преодолении депрессивного состояния сельских территорий Ногая. При этом авторы опираются на зарубежный опыт применения туристического брендинга как способа преодоления депрессивного состояния сельских территорий. Делается вывод о том, что выработка и утверждение привлекательного туристического имиджа Ногайской степи является важным фактором обеспечения устойчивого социально-экономического и экологического развития этого самого северного региона Дагестана.

Ключевые слова: Дагестан, Ногай, Ногайская степь, дельта и устье Кумы, дестинация, туристический имидж.

Abstract. The article reflects and systematizes those elements of the natural and social environment within the Nogai and Tarumovsky districts of the Republic of Dagestan (RD) that can serve the development of tourism and mass recreation. The analysis of recreational resources of the territory under consideration was carried out in accordance with the triad structure of the "nature – population –economy" geosystems. On the basis of logical, statistical and recreational-geographical research methods, the role of tourism in overcoming the depressive state of rural areas of Nogai is revealed. At the same time, the authors rely on foreign experience in the use of tourist branding as a way to overcome the depressive state of rural areas. It is concluded that the development and approval of an attractive tourist image of the Nogai steppe is an important factor in ensuring sustainable socio-economic and environmental development of this northernmost region of Dagestan.

Key words: Dagestan, Nogai, Nogai steppe, Kuma delta and mouth, destination, tourist image.

Введение. Туристический кластер представляет собой группу географически соседствующих и функционально взаимосвязанных компаний, органов государственного управления, общественных организаций, которые формируют и обслуживают туристские потоки посредством использования рекреационно-ресурсного потенциала территории [1-3]. Современные процессы формирования туристических кластеров в Республики Дагестан (РД) – это типичные примеры эволюции рекреационных систем ресурсного типа, в которых тема деградации местных ресурсов под воздействием массовой рекреации людей тесно перекликается с вопросами стимулирования деятельности местного населения по охране и воспроизводству природного и культурного наследия территории [4]. Главными стимулами при этом могут служить не только естественные чувства любви к родной земле и высокая экологическая культура (чего трудно ожидать от сравнительно бедного населения «этнических дестинаций»), но также и знание ими конкретных путей достижения реального экономического эффекта от включения местных природных ресурсов в фонды рекреации [5].

Проекты формирования туристического кластера в пределах дагестанского участка Ногайской степи характеризуются довольно высокой степенью своей неопределённости. Главная причина тому – чрезвычайная сложность научного прогнозирования, с одной стороны, процессов опустынивания Ногайской степи, а с другой – гидрологической динамики

соседствующих с этой территорией вод Каспийского моря [6]. А потому здесь целесообразны фьючерсные проекты, среда реализации которых предрасположена к довольно быстрым и непредсказуемым изменениям.

При разработке такого проекта по Ногайской степи предусматривается решение двух главных задач: определение путей, во-первых, социально-экономического оживления и экологического оздоровления экономически сравнительно отсталых и хозяйственно разрозненных её сельских территорий, а во-вторых, осуществление активного культурного и эколого-туристического брендинга этой территории РД [7].

Мы уверены, что самобытная национальная культура, исторические реликвии и природная среда Ногая способны притягивать к себе не только жителей других районов РД, но и гостей республики. Но для этого необходимо существенно улучшить инвестиционный климат в регионе, чему всемерно способствует так называемый «туристический брендинг» – деятельность по повышению привлекательности территории для туристических потоков. Бренд той или иной административной территории в условиях современного рынка выступает важнейшим фактором её поступательного социально-экономического развития [8]. Посредством брендинга в сознании людей формируется привлекательный образ туристической дестинации [9]. Другие его функции – достижение состояния хорошей узнаваемости территории и обеспечение на этой основе её выгодного позиционирования в конкурентной рыночной среде. При этом важнейшим аспектом политического и производственного менеджмента является трансляция региональных управленческих решений и инициатив в окружающей среде для превращения бренда территории в реальную силу притяжения и влияния на внешние социально-экономические процессы.

Ногайская степь как объект туристического брендинга

Ногайская степь – это южный полупустынный участок Черных земель Прикаспия площадью около 9,5 тыс. км^2. Песчаный грунт здесь покрыт довольно тонким плодородным слоем, разрушение которого в XX столетии приобрело исключительно масштабный характер. На данной территории РД сейчас насчитывается свыше 70 тыс. га незаросших песков. Для сравнения отметим, что в начале XX века песками здесь было занято лишь 20 тыс. га земель. Общая величина утраченной за последнее столетие органической массы на пастбищах района оценивается примерно в 40 млн тонн. Требуется коренное изменение всей существующей системы аграрного природопользования, в частности, планомерное сокращение поголовья выпасаемого скота в степи для естественного восстановления пастбищ [10, 11]. Также необходимы немалые усилия по закреплению песков лесонасаждениями, выращиванию и высеву на пастбищах дикорастущих и культурных трав, приспособленных к засушливым условиям [6].

Далее рассмотрим наиболее известные и важные с точки зрения задач брендинга объекты природного и культурного туризма Ногайского края.

Дельта Кумы. Многие современные беды Ногайской степи обусловлены отсутствием той речной сети, которая тысячелетия пересекала и обводняла эту территорию. Речь идёт о многорукавной дельте Кумы, которая ныне представляется несколькими крайне маловодными каналами, главные из которых – Мокрая и Сухая Кума, Чограй на севере и Каранагай на юге *(рисунок 1)*. Для сохранения почв Ногайской степи требуются серьёзные экономические и политические решения, направленные на увеличение объёмов подаваемой в дельту воды из вышерасположенных водохранилищ Кумского бассейна.

Устье Кумы. Расположено на крайнем севере Дагестана вдоль границы с Калмыкией в 45 км к северу от пос. Кочубей (Дагестан) и в 10 км к югу от пос. Артезиан (Калмыкия). Угодье представляет собой цепь расположенных вдоль низовий Кумы некрупных водоёмов, в большинстве своём проточных, с богатой надводной и подводной растительностью. Размеры и общее состояние водоёмов и водотоков находятся в зависимости от гидрологического режима Кумы и Каспийского моря. Большая часть нижнекумских озёр в настоящее время представлена постоянными водоёмами общей площадью до 10 км^2 (при максимальных разливах). Самое крупное в системе нижнекумских водоёмов – оз. Кизикей, которое тянется вдоль русла примерно на 3,5 км. По оценкам опытных рыболовов-спортсменов, это водно-болотное угодье является одной из самых привлекательных рыбацких дестинаций России.

Устье рассматриваемой реки – это настоящий Клондайк для любителей рыбной ловли и спортивной охоты. Перспективный спортивно-рыболовный маршрут тянется вдоль всего нижнего участка Кумы, начиная с границы со Ставрополье вплоть до лагуны Кизлярского залива. В этой зоне есть хорошие условия и ресурсы для формирования аграрно-туристического

кластера со специализацией на рыболовной и охотничьей рекреации, что позволит местному населению извлекать прибыль от туристской деятельности гостей. При этом будет что предложить и для любителей рыбной кулинарии. Здесь можно наладить гастротуристические маршруты, связанные с дегустацией блюд из каспийского судака и лосося, кутума и кефали, осетровых и бычков, озёрного толстолобика и морского сазана. Понятно, что успехи в развитии рыбных гастрономических туров будут во многом зависеть от качества предоставляемого в местных рыболовных базах и кемпингах сервиса [12].

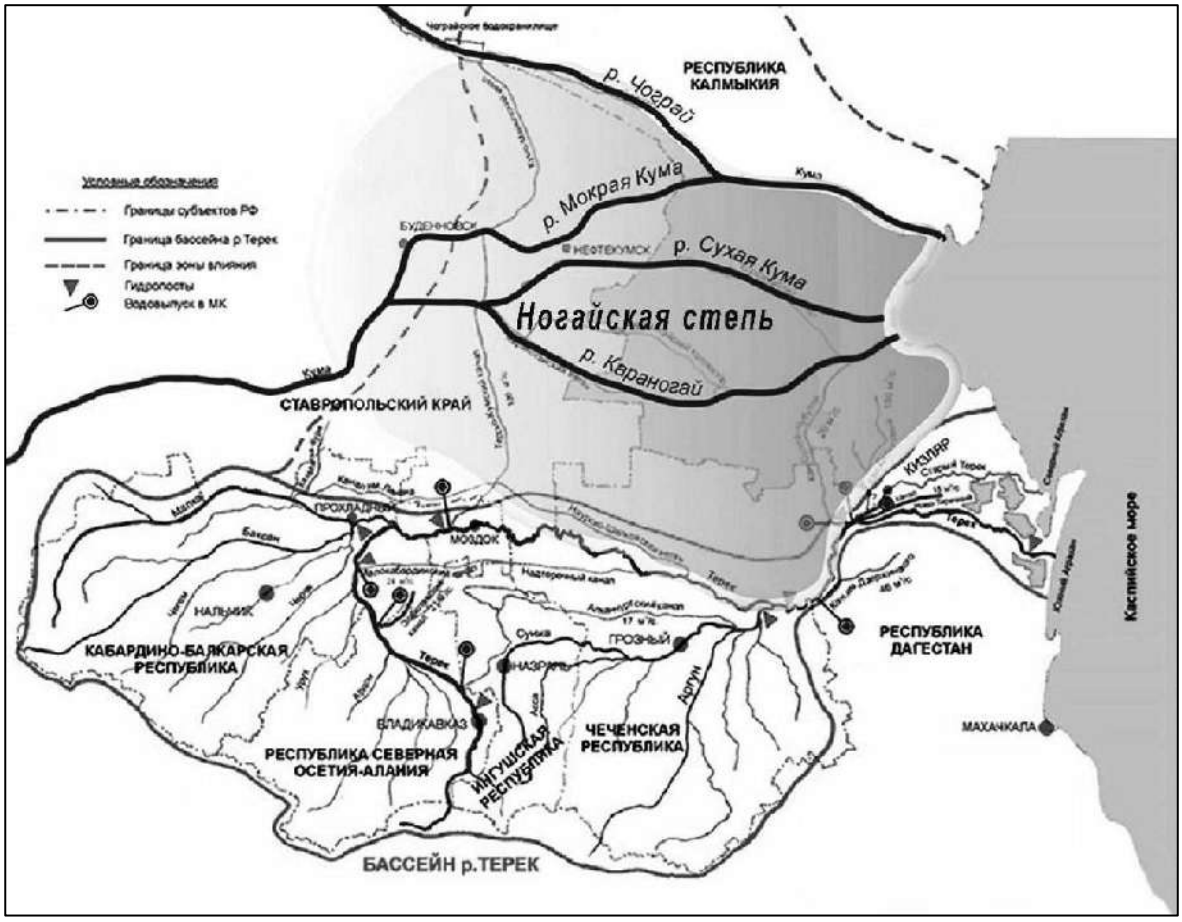


Рисунок 1. Ногайская степь и реликтовые протоки дельты Кумы в сравнении с расположенными южнее структурами бассейновой системы Терека.

Можжевеловые рощи. Арча – так называют сами ногайцы можжевеловый куст, который представляет собой один из видов вечнозелёных хвойных деревьев. Заросли этого куста на всём Евразийском континенте встречаются только в двух местах: в Ногайской степи и в степях Венгрии.

Наиболее сохранившийся и крупный по площади массив такого кустарника сосредоточен на юге Ногайского района, в 20 км южнее пос. Червлёные Буруны. Это примерно в 30 км к юго-западу от районного центра Терекли-Мектеб. Природное урочище Можжевеловая роща «Буруны» площадью около 1 тыс. га в настоящее время считается памятником природы республиканского значения. По инициативе Дагестанского отделения Русского географического общества с 2017 г. ведутся работы по приданию этому природному объекту статуса особо охраняемой природной территории федерального значения [10].

Оздоровительно-развлекательные бассейны. Ногайская степь богата подземными водами с разной минерализацией и температурой. Температура некоторых из них достигает 90°С в зимнее время. Особенно много их в окрестностях с. Червлёные Буруны. На территории одноименного племзавода функционирует достаточно хорошо обустроенный оздоровительный бассейн, питаемый подземными термальными водами. На базе самоизливающихся и законсервированных скважин подземных термальных вод уже в ближайшем будущем целесообразно создать целый комплекс открытых и закрытых бассейнов с сопутствующими

комплексами туристско-оздоровительных учреждений всероссийской и международной специализации [13].

Центральный парк с. Терекли-Мектеб – одна из главных достопримечательностей и символ столицы Ногая. Он был заложен ещё в начале XX века приставом Караногайского участка Кизлярского уезда Ф. О. Капельгородским, поэтому называется «Парк имени Капельгородского». Парк находится вдали от шумных автомобильных дорог и имеет свободную планировку с развитой сетью дорожек и тропинок. На территории парка находится артезианская скважина с целебной водой, пробуренная ещё в 1912 г. Парк занимает площадь около трёх гектаров, довольно ухожен и чист, работы по его благоустройству ведутся постоянно. В парке имеется Аллея героев, где установлены 9 бюстов Героев Советского Союза и Социалистического труда – представителей Ногайской земли [14].

Ногайский филиал Национального музея РД им. А. А. Тахо-Годи в с. Терекли-Мектеб является главным учреждением, занимающимся сбором, изучением, хранением и экспонированием памятников и свидетельств наследия ногайского народа. Он был создан в 1970-е гг. в результате очень кропотливой и целеустремлённой работы известного дагестанского краеведа Бальбека Кельдасова (1932-2009). До 1993 г. филиал имел муниципальный статус районного историко-краеведческого музея. С момента приобретения государственного статуса в этом учреждении проводится поисковая и научно-исследовательская работа. Само здание, в котором ныне расположен музей, было построено ещё в 1903 г. и давно ждёт своего капитального ремонта.

Следует отметить, что начале 1970-х гг. по инициативе того же Кельдасова создаётся Ногайский отдел Географического общества СССР, а в 1990-е гг. им же учреждается всеногайская общественно политическая организация «Бирлик». Позже опыт работы данной организации был использован при создании Федеральной национально-культурной автономии ногайцев России «Ногай Эл» [15].

Ногайский драматический театр официально открылся в 2001 г. премьерой комедии «Хюлледжи». Его открытие стало историческим и культурным событием большой значимости в жизни ногайского народа. Этот театр является своеобразным культурным центром всех ногайцев. Ежегодно труппа Ногайского театра выезжает на гастроли по районам и сёлам Дагестана, а также бывает со спектаклями в республиках и областях юга России. В театре, где занято более 40 сотрудников, за годы работы было поставлено более 60 спектаклей [7].

Ногайский государственный оркестр народных инструментов – известное учреждение народного художественного творчества в Дагестане, в котором работают около 40 сотрудников. Оркестранты играют на разных национальных инструментах, среди которых главные и наиболее специфичные – домбра, кыл-кобыз, шертерсырнай, саз-сырнай, кавказская гармошка, ударные: туяк, жынъырдавык, такылдак, даулбаз, конъырав.

Фольклорно-этнографический ансамбль «Айланай» многие называют культурной жемчужиной ногайского народа. Он воспроизводит старинные песни и танцы в том виде, в каком они существовали веками. Название ансамбля («Айланай» в переводе с ногайского означает «кружись при луне») свидетельствует о глубоких языческих корнях ногайского народного искусства: в бескрайних степях, как и в открытом океане единственным ориентиром, как известно, служат небесные светила [14].

Художественно-изобразительное наследие особенно ярко и многопланово представлено работами первого ногайского профессионального художника Сраждина Батырова (1951-1992). Им было создано более 200 произведений в самых разных жанрах живописи. Взглядом современного живописца он переосмысливал прошлое своего народа, традиции предков. Древняя культура народа-кочевника, быт, обычаи, песни, легенды, эпос стали для него источником творческого вдохновения. Он был большим знатоком ногайского фольклора, собрал более ста народных песен и сазов (мелодий), проделал огромную работу по возвращению к жизни старинных ногайских танцев и песен, подбору музыкальных инструментов [15].

Кафе «Ногайская кибитка», гостеприимно раскрывающая свои двери при въезде в районный центр Терекли-Мектеб, вполне может быть отнесено к объектам этнографического и аграрно-туристического сервиса. По древней ногайской традиции здесь первым делом путнику предлагается ароматный и тонизирующий ногайский чай. К этому напитку могут, кроме всего прочего, подать и горячие пирожки из ливера прямо из казана, что относится к традиционному ногайскому обеду.

Гостевой двор «У Гульзары» располагает одноместными и двухместными номерами, а также номерами люкс. В этой гостинице можно разместить до 30 человек. Во всех номерах полный комплект удобств. При дворе действует уютное кафе с национальной кухней. Завтраки включены в стоимость номера. Имеется охраняемая парковка для автомобилей гостей, предлагаются услуги такси. Для гостей организуются ознакомительные прогулки и экскурсионные поездки в сопровождении местных туроператоров.

Предприятие «Золотое руно», производящее войлок для изготовления ковров и предметов обихода, расположено в с. Кунбатар. Как утверждают историки, возраст этого промысла превышает два тысячелетия. Степняки широко используют дорожки на тёплой войлочной основе, делают другие предметы обихода из войлока с глубокой древности. В частности, известны далеко за пределами Ногайской степи войлочные ковры-кийизы. В настоящее время изготовлением узорных войлочных ковров занимаются в с. Кунбатар Ногайского района РД и сел. Сары-Су Шелковского района Чеченской Республики. В остальных местах ногайское войлочное производство почти исчезло [7].

Племзавод «Червленые Буруны». Ногайский район – один из главных животноводческих районов республики. Здесь расположено около 300 чабанских точек, а поголовье мелкого рогатого скота превышает 400 тысяч. Более 40 тыс. голов крупного рогатого скота, а соответственно – это и молоко, и разнообразные продукты его переработки. Главным сельхозпредприятием района уже многие годы выступает животноводческий комплекс «Червлёные Буруны», в кошарах которого пасётся около 10 тыс. знаменитых тонкорунных мериносов Грозненской породы. Качество баранины, произведённой в Дагестане, как отмечается многими специалистами, уже стало брендом в Москве. В магазинах российской столицы это мясо, как правило, продаётся с уточнением – «дагестанская баранина». Такие таблички не увидишь ни на одном виде мяса, продаваемого в России [12]. Очевидно, что для Ногая как перспективной туристской дестинации требуется более активное участие в продвижении этого кулинарного бренда.

Степные агротуристические и гастрономические маршруты. Участники таких туров могут увидеть не только процесс содержания в степи овец, но и познакомиться с древними чабанскими способами приготовления самых разных блюд из баранины: от традиционных шашлыков до супов по древним рецептам с сушёным мясом и колбасами. Разнообразна и сыро-молочная продукция дагестанских животноводов: круглогодично производимые овечьи, козьи и коровьи сыры, слабосолёные творожи, йогурты, буйволиные сметаны, кумыс из кобыльего молока и др. Использование большого количества праздничных блюд – очень характерная черта дагестанской, в частности, ногайской кулинарии. В процессе их изготовления обычно заняты все, от мала до велика. И это действо зачастую проходит с участием гостей, соседей, родственников. Получается живая этнографическая сцена с демонстрацией сохранившихся с древних времён способов приготовления всех ингредиентов национального блюда. При этом следует учитывать, что экологически чистые и, зачастую, имеющие лечебные свойства продукты сухостепной территории могут служить притягивающим фактором для рассматриваемой нами туристической дестинации. Туры к уникальным центрам аграрного производства и декоративно-прикладного искусства Ногая при профессиональном менеджменте, по нашему мнению, вполне способны превратиться в весьма востребованный бизнес.

Заключение. Профессиональный брендинг ландшафтов и самобытной этнической культуры Ногая способен улучшить инвестиционный климат, а вместе с тем и обеспечить устойчивый поток въездных туристов в этом регионе Дагестана. Как показывает зарубежный опыт, туризм сам по себе является хорошим подспорьем в инициировании экономической реабилитации депрессивных сельских районов за счёт расширения и усиления потоков идей, информации и инвестиций [16, 17]. На примере Ногая могут быть обоснованы принципы и стратегические пути повышения туристической и инвестиционной привлекательности других степных регионов, которыми так богата Российская Федерация.

Список литературы

1. Александрова А.Ю. Туристские кластеры: содержание, границы, механизм функционирования // Современные проблемы сервиса и туризма. 2007. № 1. С. 51-61.

2. Гаджиев М.Д. Методологические вопросы кластерного анализа и синтеза процессов природопользования в регионе // Вестник Дагестанского государственного университета. 2015. Т. 30. № 5. С. 169-178.

3. Зырянов А.И. Географическое поле туристского кластера // Географический вестник. 2012. № 1(20). С. 96-98.

4. Мироненко Н.С., Эльдаров Э.М. Новые аспекты рекреационной географии // Известия Всесоюзного географического общества. 1987. № 119(1). С. 75-81.

5. Амутинов А.М., Алиев Ш.М., Чергизбиев М.И., Эльдаров Э.М. Рынок и управление туризмом в регионе. Махачкала: Географическое общество Республики Дагестан, 2003. 112 с.

6. Современные экологические проблемы Дагестана / отв. ред. Ш.И. Исмаилов, Э.М. Эльдаров. Махачкала: Дагестанское географическое общество, 1994. 198 с.

7. Межитов А.З., Гиндиев М.А., Гаджиев М.Д., Эльдаров Э.М. Туристический имидж и проблема брендинга Ногайской степи // Известия ДГПУ. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 1. С. 94-101.

8. Панкрухин А. П. Маркетинг территорий. 2-е изд., доп. СПб: Питер, 2006. 411 с.

9. Eshuis J., Klijn E., Braun E. Place marketing and citizen participation: branding as strategy to address the emotional dimension of policy making? International Review of Administrative Sciences. 2014. Vol. 80. No. 1. P. 151-171.

10. Атаев З.В., Абдулаев К.А., Братков В.В., Букреев С.А., Гаджибеков М.И., Джамирзоев Г.С., Идрисов И.А., Ильина Е.В., Межитов А.З., Муртазалиев Р.А., Яровенко Ю.А. Можжевеловое урочище «Буруны». Махачкала: АЛЕФ, 2018. 178 с.

11. Геоэкологические проблемы степного региона / под ред. А.А. Чибилева. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 378 с.

12. Eldarov E.M., Gadzhiev M.D., Vagabov M.M. Methods of study and practical analysis of culinary tourism in Dagestan. Ponte. 2017. Vol. 73. No. 4. P. 65-76.

13. Эльдаров Э.М. Ногайская степь // Дагестан. 2010. № 5. С. 30-34.

14. Межитов А.З. Туристический кластер Ногайского района: перспективные направления развития // Региональные аспекты социальной политики. 2017. № 19 (19). С. 103-108.

15. Абдурахманова Е., Петенина Т., Акбердиева А. Сраждин Батыров. Путь кочевника. Махачкала: Мастер, 2021. 59 с.

16. Galvez E. Agro-based clusters in developing countries: staying competitive in a globalized economy. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010. 118 p.

17. Xin L. The role of local government in agricultural clusters. CommercialResearch. 2009. No. 3. P. 71-75.

УДК 502.45
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-838-842

ЗАПОВЕДНИКИ КАК ЭТАЛОНЫ АБОРИГЕННОЙ ПРИРОДЫ

NATURE RESERVES AS STANDARDS OF ABORIGINAL NATURE

Молодан Г.Н.
Molodan G.N.

Природный заповедник «Степь Донецкая», Новоазовск, Россия
Donetskaya Steppe Nature Reserve, Novoazovsk, Russia

E-mail: meotida2017@bk.ru

Аннотация. Россия является родиной заповедного дела. В 1894 г., благодаря усилиям профессора В.В. Докучаева, на юге России были выделены несколько участков первозданной степи, на которых предполагалось устройство постоянных научных станций. «Заповедник» как название территории и режима ее охраны, обязывает к выполнению исключительно природоохранительных функций, в отличие от утилитарных, присущих национальным паркам.

Советский союз имел хорошую школу по подготовке специалистов для заповедного дела, но их было очень мало. В большинстве административных областей охрана природы никогда не была частью региональной политики. Формирование природно-заповедного фонда носило спонтанный характер. В СССР до 1988 года не было единого органа, координирующего работу по охране дикой природы, случаи ликвидации заповедников имели место и носили катастрофический характер.

Специальная конференция ООН (Рио 1992) главным тезисом повестки на XXI век провозгласило, что дальнейшее экономическое развитие общества допустимо только в рамках экологических возможностей планеты. «Экология» стало ключевым понятием эпохи. В настоящее время в Российской Федерации происходит постепенное уменьшение количества заповедников в следствие преобразования их в национальные парки.

Определяя режим охраны, мы должны четко понимать функциональную разницу между этими особо охраняемыми территориями.

Заповедание – это самый эффективный инструмент сохранения и реабилитации биологического разнообразия. Туризм, рекреация и платные услуги – это формы эксплуатации «использования» природных ресурсов.

Ключевые слова: заповедник, дикая природа, национальный парк, рекреационные услуги.

Abstract. Russia is the birthplace of conservation. In 1894, thanks to the efforts of Professor V.V. Dokuchaev, several areas of pristine steppe were identified in the south of Russia, where it was planned to establish permanent scientific stations. "Reserve" as the name of the territory and its protection regime obliges the implementation of exclusively environmental functions, in contrast to the utilitarian ones inherent in national parks.

The Soviet Union had a good school for training specialists for conservation work, but there were very few of them. In most administrative areas, nature conservation has never been part of regional policy. The formation of the natural reserve fund was spontaneous. In the USSR, until 1988, there was no single body coordinating the work on wildlife protection; cases of liquidation of nature reserves occurred and were catastrophic.

The UN Special Conference (Rio 1992), the main thesis of the agenda for the 21st century, declared that further economic development of society is permissible only within the framework of the ecological capabilities of the planet. "Ecology" became the key concept of the era. Currently, in the Russian Federation there is a gradual decrease in the number of nature reserves as a result of their transformation into national parks.

When determining the protection regime, we must clearly understand the functional difference between these specially protected areas.

Conservation is the most effective tool for the conservation and rehabilitation of biological diversity. Tourism, recreation and paid services are forms of exploitative "use" of natural resources.

Key words: Nature reserve, wildlife, national park, recreational services.

Россия, доказательно, является родиной заповедного дела, в классическом понимании этого. «Заповедник» как название территории и соответственно режима ее охраны, обязывает к выполнению исключительно природоохранительных функций, в отличие от утилитарных, присущих национальным паркам.

Термин «заповедник» не имеет лингвистических и смысловых связей в англосакском мире, его этимологической основой является библейское слово «заповедь».

В конце девяностых годов XIX века Василий Васильевич Докучаев предпринимал энергичные усилия для того, чтобы «заповедать … на юге России больший или меньший участок девственной степи и предоставить его в исключительное пользование первобытных степных обитателей…» [1]. На таком участке предполагалось обязательное устройство постоянной научной станции.

В 1894 году Указом Министра Двора Российского Императора В.В. Докучаеву были выделены несколько участков, включая Мариупольский. Независимо от их дальнейшей судьбы, **1894 год** стал вехой, знаменующей зарождение заповедного дела в России.

В начале XX века проблема заповедания сплотила вокруг себя светлейшие умы того времени, а в роли социальной валентности выступили православная ментальность, блестящее энциклопедическое образование и глубочайшее чувство ответственности за судьбу родной природы, с любви к которой начинается формирование патриотизма.

«Могучая кучка отечественного заповедного дела», как метко охарактеризовал состав постоянной природоохранительной комиссии Императорского Русского географического общества А.А. Чибилёв [1], всего за 5 лет подготовила, выражаясь современным языком, дорожную карту развития географической сети заповедников страны.

Падение самодержавия открыло новые, доселе невиданные, возможности для людей, имеющих несколько иные представления о понятиях «родина, родная природа, патриотизм». Необходимо было менять идеологию, что достигалось уничтожением ее носителей. По всей стране прокатились кадровые погромы, от периферийных краеведческих музеев и школ до Главнауки и высшей школы. Увольнялись призывающие охранять природу. Как вовремя подоспел И.В. Мичурин со своим призывом «Мы не можем ждать милостей от природы. Взять их у неё – наша задача».

Возникший кадровый голод поменял местами профессиональную ориентацию и классовую сознательность. Вот почему в анкетах государственных чиновников самого высокого ранга в графе «образование» нередко значилось – «самообразование». Появилось понятие «номенклатура», и эта социальная прослойка пополнялась выпускниками высших комсомольских, профсоюзных и партийных школ.

Одним из новых государственных лозунгов стал: «За Ленинское отношение к природе», который допускал даже противоположные по смыслу толкования. Самые крупные кадровые и территориальные погромы в заповедниках осуществлялись под личным руководством последовательных ленинцев – И.В. Сталина в 1951 г. (закрыто 88 заповедников, общая площадь сокращена в 11,3 раза) и Н.С. Хрущева в 1961 г. (закрыто 16 заповедников, общая площадь сокращена в 2 раза). Самой массовой советской общественной организацией было общество «Охраны природы». В Донецкой области охват работающего населения доходил до 80%, а учащейся молодежи до 100%, причем все члены регулярно платили взносы. Работа осуществлялась по секциям, причем секцию «охрана растений» традиционно возглавлял директор областного управления лесного и охотничьего хозяйства, деятельность которого природоохранительной не являлась. Позднее при создании национальных парков и расширении заповедников, самыми упорными противниками были лесники. Секцию охраны животных традиционно возглавлял председатель областного общества охотников и рыболовов – организации, члены которой напрямую убивали животных. В этот период наша лексика обогатилась понятием «заповедно-охотничье хозяйство», смысловая нагрузка у которого сродни религиозно-атеистическому обществу. Негатив можно продолжить, но, подводя итоги, следует отметить, что Россия имела хорошую школу по подготовке специалистов, способных заниматься заповедным делом. Это были выпускники биологических и географических факультетов – в основном фанаты, потому что низкие зарплаты и остаточный принцип финансирования особо привлекательной работу в заповедниках не делали. Ситуация в целом типичная для СССР, но 50-летний опыт работы в субрегионе позволяет детальнее рассмотреть проблему на примере Донбасса.

По историческим меркам – молниеносно Донеччина из «Дикого поля» превратилась во всесоюзную кочегарку, самый урбанизированный, супериндустриальный и экологически напряженный регион Восточной Европы.

К моменту распада СССР Донецкая область имела природно-заповедный фонд суммарной площадью 18,3 тыс. га, что составляло 0,6% ее территории, и, соответственно, по этим показателям занимала одно из последних мест на постсоветском пространстве.

Сложившаяся ситуация являлась следствием того, что охрана природы в области никогда не была частью региональной политики. Органы государственного управления всех уровней не имели не только соответствующих структур, но даже профессионально подготовленных специалистов по охране природы. Не было ни одного государственного учреждения, способного осуществлять практическую охрану дикой природы. Формирование природно-заповедного фонда носило спонтанный характер и было делом энтузиастов, которые действовали не при поддержке, а чаще – преодолевая сопротивление чиновников [2].

Научно обоснованной программы развития заповедного дела в области не существовало, ни Ботанический сад НАН Украины, ни кафедра зоологии Донецкого государственного университета соответствующих государственных заданий не получали. Директивные документы, которые принимались на областном уровне, носили декларативный характер и существенно на состояние проблемы не влияли.

В Советском Союзе не было единого органа, координирующего работу заповедников, а созданный в 1988 году Государственный комитет СССР по охране окружающей среды и природных ресурсов, имея в своей структуре управление заповедниками, наладить полноценную работу уже не успел. Украина такой комитет образовала в марте 1967 г., однако, сменяющие друг друга председатели, имея большой опыт руководящей работы, не имели ни профильного образования, ни квалификации, соответственно результатом стали попытки выдать желаемое за действительное.

В последней трети XX века, когда уже были «зализаны» раны второй мировой войны, человечество обратило внимание на состояние природы (дикой, девственной, аборигенной, родной и т.д.), темпы деградации которой не замечали только откровенные дураки и подлецы, наживающиеся на мнимой неисчерпаемости. В июне 1972 года в Стокгольме прошла Конференция Организации Объединённых наций по проблемам окружающей человека среды. В принятой Декларации была подчеркнута необходимость в общем подходе и общих принципах, которые послужат руководством в деле сохранения и улучшения окружающей человека среды. Из 26 принципов второй декларировал, что «Природные ресурсы земли, включая … флору и фауну, и особенно репрезентативные образцы естественных экосистем должны быть сохранены».

Советский Союз по трудно объяснимым причинам участия в Конференции не принимал, но игнорировать её решения было просто неразумно.

В 1978 году в Ашхабаде прошла XIV Генеральная Ассамблея Международного Союза охраны природы (МСОП), к её открытию было подготовлено первое издание Красной книги СССР. Положение о книге и список видов, занесенных в неё, были утверждены в октябре - ноябре 1974 г. Министерством сельского хозяйства СССР, которое назвать природоохранительной организацией язык не поворачивается, т.е. государственные ориентиры оставались прежними.

Вначале XXI века практически глобальным стало понимание того, что в основе сбалансированного развития цивилизованного общества должно лежать бережное отношение к природным ресурсам – рачительное использование минеральных и максимальное возобновление биологических. При этом дикая составляющая является самой уязвимой частью биосферы в целом [3].

Ситуацию во многом прояснила Специальная Конференция ООН по окружающей среде в Рио де Жанейро в 1992 г. Главным тезисом повестки на XXI век стало понимание того, что дальнейшее экономическое развитие возможно только в рамках экологических возможностей планеты.

Так «экология» стала ключевым понятием эпохи, быстро утратив не только первоначальный, заложенный еще Э. Геккелем, но и вообще здравый смысл, став синонимом охраны природы.

От лидеров государств до простых обывателей все были обеспокоены «плохой экологией».

Вдумайтесь, если кто-то сквернословит в городском транспорте – это следствие плохой филологии, а махинации с наличностью в торговле – плохая арифметика?

Все дело в том, что «Экология» как символ тревоги и озабоченности стала приносить баснословные деньги уже на стадии постановки проблемы, Результат совершенно не обязателен.

Многие наши соотечественники, без колебаний поменяли свою профессиональную и педагогическую ориентацию на экологосообразные дополнения. Была кафедра катализа – стала экологического катализа, была разведки полезных ископаемых – стала экологии недр, появилась

техническая экология, экология души и т.д. К сожалению, все это напрямую коснулось и охраны девственной природы.

Одним из главных документов Рио-92 была Конвенция «О биологическом разнообразии», быстро ратифицированная большинством стран. Таким образом, актуальность сохранения дикой природы стала очевидной, однако вопросы о путях и методах достижения поставленных природоохранительных целей, индикации результатов и ответственности за происходящее, по-прежнему оставались дискуссионными.

В этом плане заповедание, т.е. полное или частичное изъятие из хозяйственного использования территорий и акваторий, сохранивших аборигенную биоту и условия для ее возрождения – является самым эффективным инструментом охраны и восстановления природы.

Совершенно естественно, что процент заповедности (отношение между площадью всех особо охраняемых природных территорий и государства в целом) стал одним из признанных критериев цивилизованности, а лидерами становились державы, сделавшие охрану природы составляющей государственной политики. Сегодня «политика» по многогранности толкования уступает только термину «экология». Поэтому представляется целесообразным сделать небольшую методическую оговорку. Под «политикой» подразумевается искусство управлять. Государственная политика – это искусство управлять государством, экологическая политика – экологической ситуацией, природоохранительная политика – искусство управлять процессами сохранения и возрождения аборигенной природы. Как выше отмечалось, самым эффективным инструментом последнего является заповедание.

Заповедное дело может аргументировано считаться частью государственной политики лишь при наличии трех обязательных атрибутов: нормативно-правовой базы, бюджетного финансирования и специально уполномоченных государственных органов и организаций.

Жизнь показала, что эффективность функционирования любой организации, занимающейся охраной дикой природы, определяется прежде всего квалификацией персонала, в первую очередь директора, и объемами финансирования. При этом аксиомой должно стать – финансирование бюджетное, статья «Охрана природы» и параграф «Содержание природно-заповедного фонда» в государственном бюджете. Оперативность мелких платежей может обеспечиваться за счет «собственных средств», формируемых из поступлений от оказания услуг научно-просветительского характера и платы за посещение территории. Рекреационная и познавательная составляющие в последнем случае крайне важны. Но необходимо понимать, что платные рекреационные услуги – это «троянский конь», который будет медленно отодвигать от финансовой «кормушки» дикую природу.

Специально уполномоченные органы и организации – это пирамида из управленцев и исполнителей, обеспечивающих комплекс мероприятий по охране и возрождению ландшафтного и биологического разнообразия. По многофункциональности связей дикая природа схожа с человеческим организмом, а вот система подготовки специалистов в здраво- и природоохранении сильно различается! Беда не в том, что люди, идущие в «экологию», обладают не всегда высоким уровнем интеллекта, а в том, что «серость» и «посредственность» всегда агрессивна и предприимчива, заменяя отсутствие профессиональных знаний хамством, выдаваемым за жизненный опыт [4]. Дискуссионность многих вопросов, на самом деле являющихся аксиомами охраны природы – это следствие профессиональной некомпетентности или элементарной безграмотности некоторых чиновников, позиционирующих себя как «экологи». Сегодня охране дикой природы катастрофически не хватает специалистов. Подготовить их можно только на биологических и географических факультетах университетов, сформировав государственный заказ и скорректировав учебный процесс. Выпускники должны на мировоззренческом уровне закрепить понимание необходимости сохранения ландшафтного и биологического разнообразия как основы сбалансированного развития и главной составляющей экологической безопасности государства, обладать комплексом навыков и умений для работы на руководящих должностях в системе заповедного дела.

В заключение несколько исторических фактов:

1933 год. Первый Всесоюзный съезд по охране природы СССР призывает «Сорвать фетиш неприкосновенности с заповедников. Заселить всю страну полезной фауной и вредную изжить».

После этого последовали кадровые и территориальные погромы в заповедниках.

2013 год. На Всероссийском совещании «Перспективы развития познавательного туризма на ООПТ» поддержан курс Минприроды РФ на всемерное развитие туризма в заповедниках. Появился лозунг «Природу необходимо охранять для людей, а не от людей».

После этого преобразование заповедников в национальные парки стало тенденцией.

2022 год. В состав Российской Федерации в качестве новых регионов вошли Донецкая и Луганская Народные Республики, Запорожская и Херсонские области. Все они имеют особо охраняемые природные территории, которые необходимо адаптировать в правовое поле Российской Федерации.

Определяя режим охраны, мы обязательно сталкиваемся с дилеммой «заповедник» или «национальный парк», поэтому необходимо четко понимать функциональную разницу между этими особо охраняемыми территориями.

Заповедание – это самый эффективный инструмент сохранения и реабилитации биологического разнообразия.

Туризм, рекреация и платные услуги – это формы эксплуатации (использования) природных ресурсов.

Необходимо понимать, что в Северном Причерноморье (включая Приазовье) находятся старейшие заповедные объекты России: биосферный заповедник «Аскания Нова», основан в 1898 г., Черноморский биосферный заповедник, основан в 1927 г., заповедники «Хомутовская степь» и «Каменные могилы», основанные в 1926 и 1927 г. соответственно. Два последних, вместе с территориальными отделениями «Кальмиусское» и «Меловая флора» уже вошли в состав государственного природного заповедника «Степь Донецкая», созданного 27 сентября 2022 года Указом Главы Донецкой Народной Республики.

Заповедник «Аскания Нова» создавался и получил Европейскую известность как зверинец под открытым небом. В последующие годы режим его охраны и работы соответствовали скорее национальному парку, поэтому соответствующая трансформация вполне допустима и целесообразна.

Черноморский биосферный заповедник – это хрестоматийный пример репрезентативности, как критерия заповедания. На протяжении ста лет эта особо охраняемая территория является эталоном первозданной природы Северного Причерноморья и в правовое поле РФ должна перейти без изменения природоохранительного статуса «заповедник».

Список литературы

1. Чибилёв А.А. Заповедная Россия: истоки, современность, будущее. 2-е изд. М., Екатеринбург, Оренбург: Институт степи ОФИЦ УрО РАН, Русское географическое общество: Постоянная Природоохранительная комиссия, 2021. 40 с.

2. Молодан Г.Н. Природные парки в системе заповедания Донецкой области // Наш выбор. Альманах. 2004. № 1. С. 66-71.

3. Молодан Г.Н., Фоменко О.В. Познавательный туризм на заповедных территориях как способ формирования экологосообразного мировоззрения // Изучение и сохранение биоразнообразия в ботанических садах и других интродукционных центрах: науч. конф. с междунар. участием. Донецк: Государственное учреждение «Донецкий Ботанический сад», 2019. С. 295-298.

4. Молодан Г.Н. Молодан А.Г. Заповедное дело как составляющая государственной политики // Вопросы степеведения. 2021. Вып. XV. Оренбург. С. 218-220.

УДК 338.48 (571.52; 303.4)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-843-849

ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ЮЖНЫХ РЕСПУБЛИК АНГАРО-ЕНИСЕЙСКОГО МАКРОРЕГИОНА

TOURIST-RECREATIONAL COMPLEX OF THE SOUTHERN REPUBLICS OF THE ANGARO-ENISEI MACRO-REGION

Монгуш С.П.[1,2]
Mongush S.P.[1,2]

[1]Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия
[2]Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, Россия
[1]V.B. Sochava Institute of Geography, SB RAS, Irkutsk, Russia
[2]Tuva Institute of Integrated Development of Natural Resources SB RAS, Kyzyl, Russia

E-mail: fqkey@mail.ru

Аннотация. Туризм с позиций интересов развития регионального (локального) рассматривается как целевой ресурс, обеспечивающий занятость местного населения, поступления дополнительного дохода в консолидированный бюджет региона, а также как фактор повышения конкурентоспособности регионов АЕМР. Любой субъект федерации, стимулируя различные механизмы развития туризма, не может ориентироваться только на свои внутренние условия, поскольку, позиционирует свой продукт, выходит сначала на национальный, далее в международный рынки, вступая в конкурентную борьбу с другими субъектами федерации и странами за потенциальных потребителей его турпродукта. Для повышения туристической привлекательности (узнаваемости) южных республик АЕМР как на внутреннем, так и на международном рынках туристических услуг необходимо продолжить практику различных событийных мероприятий на территориях национальных республик, как международного, всероссийского и межрегионального уровней с ноткой этноколорита. Знакомство с национальной культурой, бытом, верованиями и традициями – это немаловажная часть любого тура в национальных республиках, где местное население продолжает говорить на родном языке (Республике Тыва во всех районах (кожуунах), а в Республике Хакасия – в Аскизском и Таштыпском районах). Таким образом, туристическая среда республик обладает достаточным потенциалом для формирования и развития туризма, но отсутствие эффективного регионального (местного) управления в этой области является основным сдерживающим фактором развития отрасли. Потенциал сферы представлен рекреационными ресурсами, инфраструктурой, человеческим капиталом, финансовыми накоплениями и системой управления.

Ключевые слова: виды туризма, коллективные средства размещения, развитие территории, Республика Тыва, Республика Хакасия.

Abstract. Tourism from the perspective of the interests of regional (local) development is considered as a target resource that provides employment for the local population, additional income to the consolidated budget of the region, as well as a factor in improving the competitiveness of AEMR regions. Any subject of the federation, stimulating various mechanisms of tourism development, cannot be oriented only on its internal conditions, because, positioning its product, it enters first the national, then the international markets, entering the competition with other subjects of the federation and countries for potential consumers of its tourist product. In order to increase the tourist attractiveness (recognizability) of the southern republics of AEMR on both domestic and international markets of tourist services it is necessary to continue the practice of various events on the territories of the national republics, as international, all-Russian and interregional levels with a touch of ethno-color. Familiarization with national culture, life, beliefs and traditions is an important part of any tour in the national republics, where the local population continues to speak their native language (in the Republic of Tyva in all districts (kujuns), and in the Republic of Khakassia – in Askizsky and Tashtypsky districts). Thus, the tourist environment of the republics has sufficient potential for the formation and development of tourism, but the lack of effective regional (local) management in this area is the main constraint to the development of the industry. The potential of the sphere is represented by recreational resources, infrastructure, human capital, financial savings and management system.

Key words: types of tourism, collective accommodation facilities, territory development, Republic of Tyva, Republic of Khakassia.

Введение. В настоящее время туризм играет важную роль в решении социально-экономических проблем, стимулируя создание новых рабочих мест, обеспечивая дополнительную занятость и, в конечном итоге, повышая качество жизни местного населения. Сибирь располагает колоссальными рекреационными ресурсами, которые представлены

уникальными природными комплексами, многочисленными и разнообразными источниками минеральных и термальных вод, запасами лечебных грязей в республиках Алтай, Бурятия, Тыва, Хакасия, также в краях Забайкальский и Алтайский – туризм может стать драйвером развития региональных точек роста субъектов южной Сибири.

Материалы и методы исследования. Цель исследования – исследовать туристско-рекреационный комплекс южных республик АЕМР (Тывы, Хакасии) и проблем отрасли. Проведенное исследование основывалось на системно-диалектическом подходе, на методах сравнительного и географического анализа.

Результаты исследований и их обсуждение. Согласно стратегии пространственного развития страны АЕМР включает 4 субъекта – Красноярский край, Иркутскую область, Республику Хакасия и Республику Тыва. Это территория с уникальными конкурентными преимуществами и высоким экономическим потенциалом развития, что обусловлено сочетанием богатых природных ресурсов, выгодным географическим положением *(рисунок 1)*, а также накопленным трудовым потенциалом. Площадь макрорегиона составляет 3,3 млн км^2 (19,6% территории России). АЕМР выходит к государственной границе, т.е. является приграничным (Тыва – Монголия, протяженность 1371,2 км). Численности населения составляет 6 млн чел. или 4,1% общей численности населения страны (на 01.01.2023 г.). Доля городского населения – 76,5%, что выше среднероссийского уровня (74,9%). Наиболее крупные города – Красноярск – статус «миллионник» (1,1 млн чел.) и Иркутск (0,6 млн чел.). Динамика численности населения отрицательная, за последние 20 лет макрорегион потерял около 0,5 млн чел., за счет как естественной убыли, так и миграционного оттока. АЕМР характеризуется достаточно разветвленной сетью поселений, включающей 1238 муниципальных образований, в т.ч. 34 городских округа, 90 городских поселений и 1013 сельских поселений. Средняя плотность – 1,7 чел./ км^2 – в 5 раз ниже соответствующего показателя для России в целом (8,5 чел./ км^2).



Рисунок 1. Местоположение Ангаро-Енисейского макрорегиона.

Республика Тыва – территория с чередованием высоких хребтов и глубоких котловин – расположена на юге Восточной Сибири в географическом центре Азии на стыке южно-сибирской тайги и монгольских степей. Туристский инфраструктурный потенциал республики представлен автомобильным, воздушным и водным (внутренним) транспортом. Ближайшая железнодорожная станция находится в г. Абакан (Республика Хакасия) в 400 км от г. Кызыла. При этом основной вид инфраструктурной составляющей туризма – это автомобильный, ее главная автомагистраль федеральная трасса, соединяющая Тыву с другими субъектами федерации (Красноярский край и Республика Хакасия), проходит через г. Кызыл. Авиаперевозки осуществляются авиакомпаниями АО «КрасАвиа», авиакомпания «S7 Airlines», авиакомпания «ИрАэро»: «Аэропорт Кызыл», обслуживает следующие прямые направления пассажирских рейсов «Кызыл-Москва»; «Кызыл-Новосибирск»; «Кызыл-Красноярск»; «Кызыл-Улан-Удэ». Внутри региона местные авиалинии обеспечивают связь административного центра (Кызыла) только с тремя административными центрами муниципальных районов из 17 (п. Кунгуртук – Тере-Хольский район; п. Тоора-Хем – Тоджинский район; Северный Аржаан – Каа-Хемский кожуун). Аэропорт Кызылы получил статус международного (декабрь 2023 г.), в ближайшее время планируется осуществление воздушного сообщения с городами Китайской Народной

Республики (Пекин и Урумчи), Монголии (Улун-Батор и Улангом), Казахстана (Алматы), что позволит расширить географию турпотока в национальную республику. Туризм в долгосрочной перспективе выступает как доминирующий фактор освоения территории субъекта федерации. Низкий уровень заселенности при неуклонном наращивании туристско-рекреационного пространства в инвестиционном векторе экономического развития формирует необходимые условия для налаживания трансграничных взаимодействий с крупнейшим туристическим рынком Китайской Народной Республики [1]. Также деятельность в г. Кызыле Генерального консульства Монголии позволяет осуществлять и развивать культурные и гуманитарные связи республики с Монголией.

Туристической деятельностью в республике занимаются 59 организаций, такие как ГАУ «Информационный центр туризма Республики Тыва»; туроператоры ООО «Сай-ХонашТревел», ООО «Агентство путешествий «Тоджа Тур», ООО «Джаз-Трэвел», ООО «Ирбис Тур»; 25 юридических лиц и 29 индивидуальных предпринимателей. Из 86 зарегистрированных коллективных средств размещения классифицировано только 29 («Кызыл Гранд Отель-Спа» – 5 звезд; «Буян-Бадыргы», «Чалама», «Золотые пески», «У лукоморья» – 3 звезды; «Одуген» – 2 звезды и 23 единиц без звезды. Средняя стоимость проживания за сутки (койко-место) от 800 руб. и выше при общем номерном фонде 1193 ед. на 4181 место размещения (а в Хакасии от 600 руб. и выше). Несмотря на многочисленность предприятий общественного питания, уровень их обслуживания и состояние их помещений не соответствует потребностям туристов.

При этом на территории республики активный, спортивный и экстремальный виды туризма становятся одними из распространенных форм отдыха, которые завоевывают все большую популярность среди туристов: сплавы по горным рекам (Бий-Хем, Кызыл-Хем, Улуг-Оо, Балыктыг-Хем и другие, на которых имеются маршруты от I до VI категории сложности); горные путешествия и альпинизм (Монгун-Тайга высота 3970 м – экстремальные погодные условия); лыжные туры; конные туры; охота и рыбалка (более 90% территории представляют собой охотничьи угодья, в водоемах водятся ценнейшие породы рыб: таймень, ленок, хариус, сиг, пелядь, стерлядь и др.).

Визитной карточкой республики является лечебно-оздоровительный туризм, представленный 11 солено-грязевыми озерами (лечебные воды), 34 группами минеральных источников (аржааны) [2].

Также республика отличается сохранением традиционных устоев жизни скотоводов (тувинцы-тоджинцы) и староверов, что привлекает туристов для ознакомления с нетрадиционными бытом в сельской местности, а также шаманизмом, сохранившимся в первозданном виде (обряды освящения и камлания), и как богатейший заповедник археологических памятников (тюркские и скифские курганы, каменные бабы, оленные камни, стелы с руническими письменами и др.): 1088 объекты культурного наследия, в том числе 730 объектами археологического наследия, 74 объектами истории и культуры, 284 выявленными объектами культурного наследия.

В сфере событийного туризма наиболее привлекательна культурная жизнь (музыкальные фестивали, научные конференции, национальные спортивные состязания, конкурсы и симпозиумы): Шагаа – тувинский национальный новогодний праздник, Наадым – национальный праздник животноводов, Устуу-Хурээ – международный фестиваль живой музыки и веры и др. Ориентированность местного населения на рекреационную деятельность на природе «экологический туризм» – идея возвращения к природным истокам и бережного отношения к окружающему пространству [3].

Территория Тывы условно поделена на 5 туристических пространств: во-первых, это лечебно-оздоровительный, включающий в себя территории Бай-Тайгинского, Кызылского, Тандинского, Тере-Хольского, Тоджинского, Чаа-Хольского районов; во-вторых, событийный туризм – г. Кызыл, Дзун-Хемчикский, Каа-Хемский, Улуг-Хемский, Тоджинский и Пий-Хемские районы; в-третьих, экстремальный (спортивный) вид туризма – Каа-Хемский, Монгун-Тайгинский, Пий-Хемский, Тере-Хольский, Тоджинский, Чаа-Хольский, Чеди-Хольский; в-четвертых, этнокультурный – г. Кызыл, Дзун-Хемчикский, Тандинский, Пий-Хемский, Каа-Хемский, Тоджинский, Тере-Хольский районы и в-пятых, экологический туризм – Каа-Хемский, Кызылский, Монгун-Тайгинский, Пий-Хемский, Сут-Хольский, Тандинский, Тере-Хольский, Тоджинский, Улуг-Хемский, Чаа-Хольский, Чеди-Хольский, Эрзинский районы [4].

Перечень территорий с высокой туристической привлекательностью в соответствии с данными по численности размещенных лиц в КСР по полному кругу хозяйствующих субъектов

стали гг. Кызыл, Ак-Довурак, Бай-Тайгинский, Кызылский, Улуг-Хемский, Тандинский и Овюрский районы. При этом лидером по популярности: среди отечественных туристов являются активный отдых, лечебно-оздоровительный, рыболовный и охотничий туризм; среди иностранных туристов – паломнический, событийный и экологический туризм. Следовательно, оздоровительные программы с элементами пляжного туризма являются одним из самых популярных видов отдыха у отечественных туристов, а спортивные туры по экологическим местам – у иностранных туристов.

Но, в национальной республике с сельскохозяйственной специализацией муниципальных районов не развит на должном уровне агротуризм, который мог бы стать одним из основных направлений стратегического развития туризма. Также с учетом наличия на ее территории различных промышленных предприятий региональными властями не рассматривается потенциал промышленного туризма Республики Тыва с элементами этноколорита, развитие которого способствовало бы решению целого ряда задач социально-экономического характера: повышение инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности, продвижение локальных брендов (товаров), создание основы эффективной системы профориентации для молодежи (школьники, студенты), расширение ассортимента туристических услуг, привлечение туристического потока, организация обмена опытом и налаживание отраслевых связей с другими регионами на основе кластеризации отрасли.

Необходимо в отдельный сегмент выделить буддийский паломнический вид туризма, как самостоятельного направления, потому как таких функциональных сакральных пространств в республике много (гора Хайыракан – в 1992 г. приезжал Далай-Лама (духовный лидер буддистов мира), гора Монгун-Тайга, гора Кежеге; долина Устуу-Ишкина; монастырь Устуу-Хурээ; крепость Пор-Бажын; буддийский храм Цеченлинг; аржааны республики; Долина царей и др.).

В связи с последними тенденциями туристической индустрии, необходимо развивать в республике инклюзивный вид туризма, который позволит льготным гражданам полноценно удовлетворить свои духовные, культурные и оздоровительные потребности. В дотационном регионе данное направление туризма практически не развито, но г. Кызыл мог бы стать модельной площадкой для реализации данного вида туризма – как культурная столица национальной республики.

Еще одним направлением, который необходимо развивать в республике, это детский туризм. Также в свете пространственного развития страны познавательный туризм тоже имеет место быть. Самобытное историческое развитие региона с элементами традиционного хозяйствования с сохранением до сегодняшних дней уклада жизни предков в век глобализации может стать определенным образцом организованного познавательного туризма для жителей мегаполисов.

Таким образом, наличие разнообразных туристско-рекреационных ресурсов позволяет развивать практически все виды туризма: экологический, лечебно-оздоровительный, событийный, сельский, этнокультурный и активный (экстремальный), сельскохозяйственный (агро), детский, промышленный, инклюзивный, познавательный виды туризма. Во всех предлагаемых направлениях развития туристической деятельности самый главный минус – это отсутствие нормативно-правовой основы или его недостаточность. Необходимо также отметить преимущества приграничной республики: во-первых, выгодное географическое положение в географическом центре Азии в южной части Восточной Сибири является со стороны Азиатско-Тихоокеанского региона «Воротами в Сибирь»; во-вторых, не тронутый туристско-рекреационный потенциал (природно-рекреационный и историко-культурный) и, в-третьих, растущая динамика населения как основа роста числа трудовых ресурсов; в-четвертых, потенциальные возможности по расширению предоставляемых услуг и видов туризма на территории республики (доля валовой добавленной стоимости туристической индустрии в ВРП региона больше на 0,1% показателя 2019 г. (2021 – 3,5%)).

Республика Хакасия обладает уникальным, в масштабах Сибири туристско-рекреационным потенциалом, основанным на сочетании богатого культурно-исторического наследия с природно-ресурсными возможностями. Хакасия расположена на юге Восточной Сибири, занимает части Минусинской и Чулымо-Енисейской котловин левобережья р. Енисея, на западе ее обрамляют восточные склоны Кузнецкого Алатау (г. Верхний Зуб, до 2178 м) и Абаканского Хребта (до 1984 м), на юге-востоке – северные склоны Западного Саяна (г. Карагош, до 2930 м). Туристский инфраструктурный потенциал республики представлен разнообразными видами транспорта (железнодорожным, автомобильным, водным и воздушным).

Железнодорожный транспорт обеспечивает 33 населенных пункта (из 91 населенного пункта) пассажирскими перевозками, действуют 5 железнодорожных вокзалов (перечислить). Главные железнодорожные линии соединяют республику с Транссибирской железнодорожной магистралью и осуществляют связь с Красноярским краем, Кемеровском областью, что позволяет республике поддерживать и наращивать туристический поток из других регионов страны. Международный аэропорт «Абакан им. В.Г. Тихонова» обслуживает следующие прямые направления пассажирских рейсов: Москва, Норильск, Новосибирск, Красноярск, Кызыл, Кемерово, Томск, Иркутск. Авиаперевозки осуществляются авиакомпаниями ПАО «Аэрофлот – Российские авиалинии», АО «Авиакомпания Nordstar», АО «Авиакомпания Сибирь», АО «КрасАвиа», авиакомпания «СиЛа», авиакомпания «ИрАэро» [5].

Капиталом культурно-познавательного туризма является богатая история, самобытная культура, национальные традиции, благоприятные природно-климатические условия, религиозные культы и археологические памятники региона. На государственную охрану поставлено 1097 памятников истории и культуры, в том числе 1050 объектов археологического наследия (Большой Салбыкский курган, Копенский и Уйбатский чаатасы, Сулекская и Боярская писаницы, дворец Ли Лина, курган Барсучий лог и др.). Туристические бренды Хакасии – это музеи под открытым небом (Хакасский республиканский национальный музей-заповедник с. Казановка; Анхаковский муниципальный музей-заповедник «Улуг Хуртуях Тас»; «Древние курганы Салбыкской степи»; «Сундуки»; «Усть-Сос»). Огромное влияние на позиционирование республики как туристической дестинации оказывает наличие в регионе событийных мероприятий этнокультурного содержания (Чыл Пазы – хакасский новый год; Чир-Ине – древний праздник почитания и поклонения родной матери-земле; Тун Пайрам – праздник первого айрана (связан с выпасом скота в зеленые долины после зимы и первым полученным от животных молока) – главный скотоводческий праздник; Кюн Пазы – день летнего солнцестояния; Уртун Тоцы – праздник урожая; «Чир Чайаан» – международный эколого-этнический фестиваль театр кукол и др.).

Также природно-климатические условия в республике благоприятны для развития активных видов туризма (горнолыжного, снегоходного, водного, спортивного, спелеологического и т.п.). В зимнее время снег, перевиваемый ветром (в распределении снежного покрова по территории, важным факторов является ветер), в условиях резко континентального климата долго сохраняет свою рыхлость и сухость, не подвержен слеживанию. В среде горнолыжников такой снег (по структуре очень мягкий) называется «паудер», от английского «powder» – пудра, порошок, глубокий (сохраняется с ноября по февраль). Ландшафтное разнообразие позволяет развитию таких видов спорта, как фрирайд, катания на снегоходах, горных и беговых лыж, сноуборда (с середины октября по конец июня) – горнолыжные комплексы: Сюгеш, Гладенькая, Черемуховый лог, Горная жемчужина и Самохвал. Водный туризм в последние годы становится одним из популярных направлений расширения туристических услуг (паромный, круизный, прогулочный, яхтенно-катерный и др.), разработаны различные варианты экскурсионных маршрутов (любительские и категорийные I-IV спортивные сплавы по горным рекам, рафтинг, рыбалка), а гидрологическая сеть представлена целым рядом водохранилищ (Красноярское, Саяно-Шушенское, Майнское и др.), более 500 озер (Беле, Иткуль, Черное, Шира, Улуг-Коль и др.), учтены 324 большие и малые реки, принадлежащие бассейнам рек Енисей и Обь, в том числе сплавные реки с порогами до IV категории сложности (Она, Кантегир, Казыр, Кизир, Абакан) [6].

У республики значительный потенциал развития оздоровительного туризма: природно-климатические условия, значительные запасы высокоэффективной лечебной воды, грязей, позволяют проводить профилактику и лечение различных заболеваний. Санаторно-курортный комплекс представлен – «Детский санаторий «Озеро Шира», «Социальные объекты Абаканского рудоуправления «Саянская благодать», «Металлург», «Туманный», «Курорт «Озеро Шира».

Промышленный туризм является одним из основных направлений стратегического развития туризма. Самыми посещаемыми являются – Саяно-Шушенская ГЭС им. П.С. Непорожнего; Саяногорский алюминиевый завод; Интерактивный Музей, посвященный истории гидроэнергетики; Международный аэропорт «Абакан имени В.Г. Тихонова»; Пекарня-кафе-кондитерская «Малинники»; Кондитерская фабрика «Абаканская»; Пивоваренный завод «Альпина»; ОАО «СаянМолоко».

В регионе сформированы 6 туристических территорий: Приисковый (Орджоникидзевский район) – основной контингент туристов это любители активного отдыха и

спортивных видов туризма; Ширинские озера (Ширинский район) – облюбовали любители лечебно-оздоровительного вида туризма; Енисейские ворота (Усть-Абаканский район) – основное направление это речной и круизный туризм; Карлов створ (Бейский район и г. Саяногорск) – активный и спортивные виды туризма; Поднебесья (Аскизский и Усть-Абаканский районы) – активный и спортивные виды туризма; Горный (Таштыпский район) – основное направление это экотуризм. Таким образом, за последние годы в республике накоплен значительный опыт в продвижении туристического продукта и формировании благоприятного имиджа региона на туристическом рынке [7].

Таким образом, туризм в Хакасии должен рассматриваться как катализатор социально-экономического развития, оказывающий стимулирующее воздействие на развитие таких сопутствующих сфер экономической деятельности по оказанию различных платных услуги населению как транспорт, связь, торговля, общественное питание, сельское хозяйство, строительство и пр. (доля валовой добавленной стоимости туристической индустрии в ВРП региона меньше на 0,4% показателя 2019 г. (2021 – 2,2%)).

Южные республики АЕМР, обладающие высоким туристско-рекреационным потенциалом, начали наращивать свой совместный потенциал на основе межрегиональных туристических маршрутов с национальными колоритами. Таким действующим туристическим пакетом с полным включением всевозможных уникальных особенностей территорий является межрегиональный туристический маршрут «Великое Саяно-Алтайское кольцо», включающий в себя посещение не только Тывы, Хакасии, но и Республики Алтай, Алтайского края, Красноярского края и Кемеровской области – Кузбасс. Второй по значимости межрегиональный туристический маршрут, но пока менее масштабный – это маршрут «Енисейская Сибирь», включающий Хакасию, Тыву и Красноярский край.

Проблемы туризма южных республик АЕМР:

– недостаточное количество коллективных средств размещения;

– несоответствие коллективных средств размещения современным требованиям качества;

– низкий уровень сервисного обслуживания (износ существующей материальной базы);

– слабая развитость инженерной и транспортной инфраструктуры, особенно в Тыве – автомобильный транспорт;

– недостаток профессионально подготовленных кадров в индустрии туризма;

– высокая доля теневого сектора;

– недостаточный ассортимент туристического продукта (не полностью раскрыт туристический потенциал);

– недостаточность понятийно-терминологического аппарата в сфере детского и инклюзивного туризма, законодательного закрепления и классификации их видов;

– «сезонность» туристской дестинации (с середины мая по конец августа, в остальное время отрасль убыточна) и др.

Вывод. Туристический комплекс признан важнейшей межотраслевой сферой деятельности экономики в рыночных условиях хозяйствования, направленный на повышение уровня и качества жизни населения. Кроме того, туристический рынок характеризуется высокой степенью конкурентной борьбы, когда предложение туристских продуктов превышает спрос на них, необходимо совершенствовать систему отражения стандартов качества в национальной экономике. Поэтому актуальной задачей южных республик должно стать формирование устойчивого въездного туристического потока как из российских регионов, так и из-за рубежа. В частности, специализация в области туризма определяется необходимостью распространения эколого-экономических методов по выстраиванию взаимодействий между социальными, экономическими, экологическими приоритетами общества по использованию природно-ресурсного потенциала своих территорий. Соседское положение двух и более территориальных систем при прочих равных условиях это благоприятный фактор их развития.

Список литературы

1. Кушев С.Л. Рельеф // Природные условия Тувинской автономной области. Труды комплексной экспедиции. Вып. 3. М.: АН СССР, 1957. С. 45.

2. Аракчаа Л.К., Курбатская С.С. Реки и озера Тувы. Экологические проблемы. Кызыл: Изд-во ТувГУ, 2015. 158 с.

3. Биче-оол Т.Н., Донгак К.Х.О. Туризм Республики Тыва: развитие, территориальный потенциал // Вестник Тувинского государственного университета. Естественные и сельскохозяйственные науки. 2021. № 4 (85). С. 48-55.

4. Постановление Правительства Республики Тыва от 22.11.2023 № 854 «Об утверждении государственной программы Республики Тыва «Развитие туризма в Республике Тыва».

5. Постановление Президиума Правительства Республики Хакасия от 11.02.2022 № 18-п «Об утверждении Стратегии развития туризма в Республике Хакасия на период до 2035 года».

6. Кузнецова М.Е., Семенова Е.Н. Развитие рынка туристических услуг Республики Хакасия // Вестник ХГУ им. Н.Ф. Катанова. 2022. № 4 (42). С. 117-122.

7. Трошкина И.Н. Инновационные направления развития туризма на местах (Опыт Республики Хакасия) // Сервис в России и за рубежом. 2022. № 3 (100). С. 64-75.

УДК 631.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-850-854

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

SOME PROBLEMS OF LEGAL REGULATION OF THE IMPACT OF OIL POLLUTION ON THE STEPPES OF THE ORENBURG REGION

Муканова Л.К.
Mukanova L.K.

Оренбургский институт (филиал) Университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА), Оренбург, Россия
Orenburg Institute (branch) Kutafin Moscow State Law University (MSAL), Orenburg, Russia

E-mail: linara_002@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена рассмотрению одной из важных экологических проблем Оренбургской области – нефтяному загрязнению степных ландшафтов, а именно его правовому регулированию. Известно, что на территории Оренбуржья преобладают степи, которые активно используются для сельскохозяйственного назначения, в связи с чем, большую опасность вызывает загрязнение степных ландшафтов, которое постепенно ведет к тому, что их почвенный покров подвергается существенным изменениям. Все это связано с тем, что в регионе непрерывно происходят выбросы нефти в природную среду. Стоит отметить, что именно эксплуатация месторождений нефти оказывает огромное влияние на плодородные почвы, которые впоследствии становятся непригодными для хозяйственного землепользования. Статистические данные прошлых лет показывают, что в мире при добыче, транспортировке и переработке нефти только на территории России ежегодно происходят несколько тысяч аварий со значительными разливами нефти. А доля процента аварий в Оренбургской области вынуждает задуматься о том, насколько эффективно осуществляется контроль и наблюдение за месторождениями нефти.

Ключевые слова: степи, загрязнение, разлив нефти, правовое регулирование.

Abstract. This article is devoted to the consideration of one of the important environmental problems of the Orenburg region – oil pollution of steppe landscapes, namely its legal regulation. It is known that steppes predominate on the territory of Orenburg region, which are actively used for agricultural purposes, and therefore, pollution of steppe landscapes causes a great danger, which gradually leads to the fact that their soil cover undergoes significant changes. All this is due to the fact that oil emissions into the natural environment are continuously occurring in the region. It is worth noting that it is the exploitation of oil fields that has a huge impact on fertile soils, which subsequently become unsuitable for economic land use. Statistics from previous years show that in the world, several thousand accidents with significant oil spills occur annually in the production, transportation and refining of oil only on the territory of Russia. And the percentage of accidents in the Orenburg region forces us to think about how effectively the control and monitoring of oil fields is carried out.

Key words: steppes, pollution, oil spill, problems of legal regulation.

Введение. Степи России богаты плодотворными землями, поэтому многие территории давно используются в качестве сельскохозяйственных угодий. Вместе с тем, в настоящее время экологическая обстановка в степях Оренбуржья вызывает волнение, поскольку деятельность человека начала разрушать огромные участки степей, что с течением времени переросло в серьезные экологические проблемы, которые теперь необходимо решать незамедлительно [1].

Оренбургская область известна тем, что в ее пределах большую часть территории занимают степи, которые активно используются для сельскохозяйственного назначения. Согласно государственному докладу «О состоянии и использовании земель Оренбургской области в 2022 году», сформированному Управлением Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Оренбургской области, распределение земель по категориям показывает преобладание в структуре земельного фонда земель сельскохозяйственного назначения, доля которых составляет более 88% [2]. Это значит, что обширные пространства занимают именно земли, предназначенные для сельского хозяйства.

В степях различных районов нашего региона выращивают множество злаковых культур, однако, на настоящий момент стоит задуматься о сохранности данных земель, ведь одной из важных и требующих внимание экологических проблем степей является загрязнение почв. А именно большую опасность представляет загрязнение нефтепродуктами и другим сырьем,

являющееся высокотоксичным и приводящее к нарушению экологического равновесия в почве, снижению способности почв к самовосстановлению и пр.

Целью данной работы является анализ, выявление пробелов в правовом регулировании нефтяного загрязнения степей на территории Оренбургской области.

Основная часть. В последнее время по Оренбургской области участились процессы утечки нефти на различных участках степей. Исходя из данных Росприродназора России, на основе которых Росстатом России был подготовлен отчет за период с 2017 по 2021 год, в 2021 году площадь нарушенных земель в Российской Федерации составила:

– общая площадь нарушенных земель в Российской Федерации – 195 240 га, из которых были рекультивированы 139 753 га;

– вследствие утечки при транзите нефти, газа, продуктов переработки нефти было нарушено 132 га, из которых были рекультивированы 163 га;

– под сельскохозяйственные угодья рекультивировано 60 га (в том числе под пашню - 17 га);

– под лесные насаждения рекултивировано 51 га;

– под водоемы и другие цели рекультивировано 4 га [3].

Правовое регулирование загрязнения нефтепродуктами представлено широким перечнем нормативных правовых актов, как на федеральном, так и на региональном уровнях. Так, основным источником правового регулирования является Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (далее – Закон об ООС), который закрепляет основополагающие принципы сохранения природной среды и защиты всех ее компонентов. Также, в законе установлен перечень объектов, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду и критерии их отнесения. Деятельность по добыче сырой нефти и производству нефтепродуктов отнесена к 1 категории, то есть оказывающим значительное воздействие. Значит, что загрязнение окружающей среды данными объектами может привести к серьезным последствиям, которые ликвидировать практически невозможно. Немаловажным в Законе об ООС является закрепление основ управления в области окружающей среды, а именно разграничений полномочий между органами власти.

В статье 21 Закона об ООС определено, что для того, чтобы предотвратить негативное влияние на окружающую среду различной деятельности, должны устанавливаться нормативы допустимого воздействия на окружающую среду. Известно, что особенность проведения работ по ликвидации последствий нефтяных загрязнений и установленный порядок восстановления поврежденных земель различаются. Исходя их этого, в некоторых субъектах Российской Федерации уже были разработаны нормативы допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ. Однако Оренбургская область в этот список регионов России не вошла, что является препятствием для анализа размера причиненного вреда и минимизации последствий аварий, связанных с выбросами и разливами нефтепродуктов. Следует упомянуть, что в 2019 году Самарский научно-исследовательский и проектный институт нефтедобычи по заказу АО «Оренбургнефть» составил проект нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ, но все же пока это остается только проектом.

В Законе об ООС закреплено применение наилучших доступных технологий, направленное на предотвращение негативного воздействия на окружающую среду. В соответствии с этим были разработаны и введены в действие национальные стандарты, один из которых посвящен рекультивации земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Данный стандарт распространяется на деятельность, связанную с разведкой месторождений, добычей нефти, переработкой, транспортированием и хранением нефти и нефтепродуктов; учетом, инвентаризацией и картографированием нефтезагрязненных земель; проектными и изыскательскими работами по рекультивации земель, ранее нарушенных предприятиями, организациями и учреждениями по добыче нефти, а также переработкой и транспортированием нефти и нефтепродуктов; проведением работ по рекультивации нефтезагрязненных земель [3]. В тексте раскрываются основные понятия, связанные с загрязнением земель нефтепродуктами, характеристики и уровни загрязнения земель, допустимое содержание нефти в почве, и как осуществляется непосредственно сама рекультивация нефтезагрязненных земель.

Стоит отметить, что в статье 46 Закона об ООС указано, что при добыче, переработке транспортировке, хранении, реализации углеводородного сырья и произведенной из него

продукции должны предусматриваться меры по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов и иного негативного воздействия на окружающую среду, а также необходимо наличие планов предупреждений и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов.

План предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов утверждается организацией, осуществляющей деятельность в области геологического изучения, разведки и добычи углеводородного сырья, а также переработку (производство), транспортировку, хранение, реализацию углеводородного сырья и произведенной из него продукции, при условии наличия: заключения о готовности эксплуатирующей организации к действиям по локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов, вынесенного по результатам комплексных учений по подтверждению готовности этой эксплуатирующей организации к действиям по локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов; согласования федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на осуществление государственного экологического надзора, указанного плана в части его соответствия требованиям, установленным Правительством Российской Федерации [4].

В соответствии с этим Правительством РФ были утверждены Правила организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации, которые устанавливают требования к содержанию данных планов; каков порядок оповещения органов государственной власти и местного самоуправления, на территории которых произошел разлив нефти нефтепродуктов, факт разлива нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации; каков порядок привлечения дополнительных сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций для осуществления мероприятий по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации [5].

Важным федеральным актом правового регулирования является Закон Российской Федерации «О недрах», в котором указано, что строительство и эксплуатация горных выработок, буровых скважин и иных сооружений, связанных с пользованием недрами, проведение геологического изучения недр допускаются только при обеспечении безопасности жизни и здоровья работников этих предприятий и населения в зоне влияния работ, связанных с пользованием недрами [6]. В числе требований по обеспечению безопасного ведения работ, связанных с пользованиями недрами перечислено осуществление специальных мероприятий по прогнозированию и предупреждению внезапных выбросов газов, прорывов воды, полезных ископаемых и пород. Исходя из этого, добыча сырья из недр должна осуществляться только при наличии определенных мер безопасности работников.

Большую роль в формировании нормативной базы в сфере охраны окружающей среды играют кодифицированные источники, такие как Земельный кодекс и Лесной кодекс. В соответствии со ст. 67 Земельного кодекса Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ государство осуществляет мониторинг, который является частью государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) и представляет собой систему наблюдений, оценки и прогнозирования, направленных на получение достоверной информации о состоянии земель, об их количественных и качественных характеристиках, их использовании и о состоянии плодородия почв [7].

Согласно государственному докладу задачами государственного мониторинга земель являются:

1) своевременное выявление изменений состояния земель, оценка и прогнозирование этих изменений, выработка предложений о предотвращении негативного воздействия на земли, об устранении последствий такого воздействия;

2) обеспечение органов государственной власти информацией о состоянии окружающей среды в части состояния земель в целях реализации полномочий данных органов в области земельных отношений, включая реализацию полномочий по государственному земельному надзору;

3) обеспечение органов местного самоуправления информацией о состоянии окружающей среды в части состояния земель в целях реализации полномочий данных органов в области земельных отношений, в том числе по муниципальному земельному контролю;

4) обеспечение юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, граждан информацией о состоянии окружающей среды в части состояния земель [2].

Порядок осуществления государственного мониторинга земель (далее – Порядок) утвержден Приказом Росреестра от 22.07.2021 № П/0315.

В целях сбора дополнительных сведений по показателям мониторинга земель Управлением Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Оренбургской области были направлены запросы в Южно-Уральское межрегиональное управление Росприроднадзора, Министерство природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области, Управление Россельхознадзора по Оренбургской области.

Между тем, несмотря на довольно обширную нормативно-правовую базу, регулирующую порядок добычи нефти на месторождениях, можно увидеть, что в регионе остается проблема неконтролируемого разлива нефти и нефтепродуктов.

В государственном докладе «О состоянии и использовании земель Оренбургской области в 2022 году» содержится информация о состоянии земель, по развитию и распространению негативных процессов, представленная Управлением Россельхознадзора по Оренбургской области. Исходя из имеющихся сведений, следует, что по результатам контрольных (надзорных) мероприятий на площади 0,01638 тыс. га выявлено загрязнение земель сельскохозяйственного назначения нефтью и нефтепродуктами, степень развития процесса – умеренно опасная, а в землях промышленности – высоко опасная [2]. Однако, говорить о том, что состояние земель сельскохозяйственного назначения сравнительно благоприятное, нельзя, ведь отсутствуют элементарные статистические данные, которые образуют процент загрязненных земель вследствие разлива нефтепродуктов. К примеру, в Обзоре состояния и загрязнения окружающей среды, как Российской Федерации, так и Оренбургской области основным загрязнителем почв названы тяжелые металлы, не упоминаются нефть и нефтепродукты, как загрязняющие вещества [8]. Все это может наталкивать на мысль, что данные объекты оказывают не такое опасное воздействие на почву. Данный вывод является ложным, поскольку как в прошлое, так и на настоящее время часто можно наблюдать, как происходит разлив нефти на участках степей Оренбургской области.

Так, например, одним из последних случаев является разлив нефти осенью 2023 года в Красногвардейском районе. На участке земель сельхозназначения обнаружили белый кристаллический налет, следы стекания жидкости, а также самовольного снятия и перемещения плодородного слоя почвы. Участок был уплотнен следами тяжелой техники. Площадь повреждения составила 2199 квадратных метров.

Проблемы охраны окружающей среды были и остаются важной государственной задачей, в целях которых осуществляется государственная политика. Согласно государственному докладу, экологическая политика Оренбургской области направлена на развитие технологий по обезвреживанию токсикантов.

На территории Оренбургской области развита промышленность, вследствие чего в регионе экологическую обстановку можно назвать сложной. Такие промышленные предприятия, как АО «Оренбургнефть», ПАО «Орскнефтеоргсинтез», ООО «Оренбург Водоканал», ООО «Газпромнефть-Оренбург», ООО «Газпром добыча Оренбург» и другие оказывают огромное влияние на загрязнение окружающей среды.

В регионе осуществляются меры по обеспечению экологической безопасности, и в настоящее время большую роль в этом играет деятельность ООО «Нефтяная компания «Новый поток», которая в 2015 году выиграла тендер на осуществление нефтедобычи в Бузулукском бору, которую они возобновили в сентябре 2020 года. Возврат добычи сырья на данных участках был обусловлен аварийным состоянием скважин, законсервированных в 1970-х годах. Поэтому работу по консервации скважин начали еще в 2017 году, и в 2020 генеральный директор общества представил доклад о проделанной работе: «Из 63 разведочных и эксплуатационных скважин, расположенных на территории Бузулукского бора, 55 ликвидированы и 6 законсервированы. А две находятся в эксплуатации. Состояние осмотренных скважин не вызывает никаких опасений, компания «Новый поток» заверила в том, что утечек не будет».

Стоит задуматься об эффективности консервации скважин, так как уже в апреле 2023 года в Бузулукском районе Оренбургской области произошел прорыв нефтепровода на 1171 км^2. Еще один случай произошел в июне прошлого года, когда в Переволоцком районе разлилась нефть, загрязнение дошло до р. Кубанка. Летом этого года в Сорочинском городском округе Пономаревского района случилось 2 разлива нефти, что привело к гибели пшеницы и подсолнечника. В сентябре 2023 года в Первомайском районе произошел разлив нефти. В октябре Управлением Россельхознадзора проведено выездное обследование земельного участка сельскохозяйственного назначения, в ходе осмотра которого выяснилось, что у основания скважины срезана запорная арматура, а на трубе усматривались следы крупного рогатого скота.

Действительно ли это животные поспособствовали разливу нефти, или же все-таки другие обстоятельства вызвали данную аварию, пока что неизвестно.

Действительно, аварии на законсервированных скважинах не могут не вызывать опасения, поскольку их численность не уменьшается, новостей о различных разливах нефти становится только больше.

Все работы по обустройству нефтяных месторождений ведутся на основании проектов, которые прошли Экологическую и Главгосэкспертизу. Мероприятия, предусмотренные проектами, направлены на сокращение негативного воздействия на окружающую среду и применение наилучших доступных технологий.

В процессе обустройства скважин реализованы следующие проектные решения:

– технологическое оборудование поставляется в блочном и блочно-модульном исполнении высокой заводской готовности;

– переходы трубопроводов через водные преграды реализуются методом ГНБ в защитных кожухах;

– внутрипромысловые трубопроводы и другое технологическое оборудование имеют комплексную защиту от коррозии;

– сварные соединения трубопроводов тестируются методом и оборудованием неразрушающего контроля;

– объекты нефтедобычи снабжены автоматизированными системами аварийной защиты, блокировок, управления и контроля технологических параметров основных процессов.

Заключение. На основании вышесказанного, можно сделать вывод о том, что правовое регулирование загрязнения почв нефтью представлено достаточно объемным и многогранным перечнем нормативных правовых актов на федеральном, региональном и местном уровнях. Однако хоть нормативная база и регламентирует отношения по добыче нефти, все же из года в год продолжают происходить аварии на участках нефтедобывающей продукции, расположенных в местах плодородных почв степных ландшафтов, численность которых только подтверждает, насколько опасны эти объекты для земель нашего региона. Считаем, что необходимо установить ответственность тех, в чьи обязанности входит контроль и мониторинг опасных объектов, а также организаций, осуществляющих деятельность по добыче нефти и нефтепродуктов.

Список литературы

1. Правовой контекст существования и сохранения степных экосистем в Российской Федерации / Сохранение степей России. URL: http://savesteppe.org/ru/legal-aspects (дата обращения: 15.12.2023).

2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2022 году»: офиц. сайт. URL: https://mpr.orb.ru/activity/624/ (дата обращения: 12.12.2023).

3. Охрана окружающей среды в России. 2022: Стат. сб. / Росстат. М., 2022. 78 с.

4. ГОСТ Р 57447-2017. Наилучшие доступные технологии. Рекультивация земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Основные положения: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 апреля 2017 г. № 284-ст: введен впервые: дата введения 2017-12-01. М.: Стандартинформ, 2019.

5. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ: с изменениями на 25 декабря 2023 г. (ред. от 1 января 2024 г.) // КонсультантПлюс: [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 12.12.2023).

6. Об утверждении Правил организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации и территориального моря Российской Федерации, а также о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации: постановление Правительства Российской Федерации от 31.12.2020 № 2451. Текст: электронный // КонсультантПлюс: [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373619/ (дата обращения: 10.12.2023).

7. Земельный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 25.10.2001 № 136-ФЗ: с изм. на 4 августа 2023 г. (ред. от 1 октября 2023 г.). Текст: электронный // КонсультантПлюс: [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/ (дата обращения: 13.12.2023).

8. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды Оренбургской области за август 2023 год: офиц. сайт. URL: https://mpr.orb.ru/activity/624/ (дата обращения: 25.12.2023).

УДК 556.5
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-855-858

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОД РЕКИ УРАЛ В ГРАНИЦАХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

ANALYSIS OF THE STATE OF THE WATERS OF THE URAL RIVER WITHIN THE BOUNDARIES OF THE ORENBURG REGION

Мустакимова Д.И.[2], Хасанова Р.Ф.[1,2]
Mustakimova D.I.[2], Khasanova R.F.[1,2]

[1]Опытная станция «Уфимская» Уфимский федеральный исследовательский центр РАН, Уфа, Россия
[2]Уфимский университет науки и технологий, Уфа, Россия
[1]Ufa Experimental Station Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia
[2]Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia,

E-mail: [1]rezeda78@mail.ru, [2]sharanova1997@bk.ru

Аннотация. Загрязнение природных водных объектов – проблема, которая с каждым годом становится все более актуальной. При этом наибольшие концентрации загрязняющих веществ наблюдаются в непосредственной близости от промышленных объектов. В процессе использования водных ресурсов происходит забор стока, его перераспределение во времени и пространстве, что приводит к нарушению режима водных объектов, физическому нарушению русла реки, химическому и тепловому загрязнению вод.

На территории Оренбургской области река Урал является главной водной артерией. Из общей длины реки (2428 км) на территорию области приходится 1164 км. Изучение состояния качества поверхностных вод реки Урал на любом территориальном отрезке – это весьма актуальная проблема, поскольку регион в силу своего географического положения имеет ограниченные водные ресурсы.

В пределах городских территорий Оренбурга выявлены основные закономерности загрязнения. Отмечены высокие концентрации загрязняющих веществ в воде реки Урал, что свидетельствует о загрязненном и очень загрязненном качестве воды.

Данные гидрохимического мониторинга воды реки Урал свидетельствуют о продолжительности и интенсивности техногенного воздействия, что приводит к ослаблению параметров устойчивости речной экосистемы.

Ключевые слова: река Урал, Оренбургская область, загрязняющие вещества, мониторинг.

Abstract. Pollution of natural water bodies is an increasingly urgent problem every year. Under these conditions, the highest concentrations of pollutants are observed in the immediate vicinity of industrial facilities. In the process of using water resources, runoff is withdrawn, its redistribution in time and space, which leads to a violation of the regime of water bodies, physical disruption of the riverbed, chemical and thermal pollution of waters.

On the territory of the Orenburg region the Ural River is the main waterway. Of the total length of the river (2428 km), the territory accounts for 1164 km. Studying the quality of the surface waters of the Ural River in any territorial segment is a very urgent problem, since the region has limited water resources due to its geographical location.

The main patterns of pollution have been identified within the urban areas of Orenburg. Increased concentrations of pollutants have been noted in the water of the Ural River the water quality is characterized as polluted and very polluted.

The data of hydrochemical monitoring of the water of the Ural River indicate the duration and intensity of the anthropogenic impact, which leads to a weakening of the stability parameters of the river ecosystem.

Key words: Ural River, Orenburg region, pollutants, monitoring.

Введение. Река Урал является уникальным природным объектом и трансграничной водной артерией Российской Федерации и Республики Казахстан. Берет начало в горах Южного Урала, исток находится на хребте Уралтау на высоте 637 м над уровнем моря. Основной исток реки расположен у подножия Круглой Сопки высшей точки на водоразделе Урала и Уя, впадает в северную часть Каспийского моря [1]. Длина реки 2428 км^2 – 1164 км приходится на территорию Оренбургской области. Оренбургская область относится к субъектам Российской Федерации с большим экономическим потенциалом [2].

Вода реки Урал является главным источником водоснабжения области, которая характеризуется высоким содержанием загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами от промышленности и сельского хозяйства [3].

Так в бассейне реки Урал в границах Оренбургской области находятся крупные промышленные предприятия: Ириклинская ГРЭС, ОАО «Оренбургнефть, ОАО «Гайский горно-обогатительный комбинат», АО «Уральская сталь».

Для сельскохозяйственных целей в бассейне реки Урал используется 75% земельного фонда, из которых около 60% приходится на пашню. Устойчивая аграрная деятельность на территории Оренбургской области осуществляется благодаря использованию воды реки Урал [4].

Общее воздействие на водный объект приводит к размыву береговой линии, меняются стоковые характеристики, снижаются гидробиологические и гидрохимические показатели качества воды.

В пределах г. Оренбурга в реку Урал осуществляется сброс стоков городских очистных сооружений выше впадения реки Сакмары [5].

Материалы и методы исследований. Мониторинг поверхностных вод реки Урал проводился на 15 водных объектах, в том числе на 14 реках и одном водохранилище (Ириклинское водохранилище), 21 пунктах, 29 створах, по 41 загрязняющим показателям.

К основным загрязняющим веществам, характерным для водоемов Оренбургской области, относятся соединения тяжелых металлов, соединения биогенных элементов – азот аммонийный, азот нитритный, из главных ионов – сульфаты, магний; нефтепродукты, легкоокисляемые органические вещества по $БПК_5$ (биохимическому потреблению кислорода) и окисляемые органические вещества по ХПК (химическому потреблению кислорода), хлорорганические пестициды.

В бассейне реки Урал на территории Оренбургской области наблюдения за качеством воды проводятся в 5 пунктах, 11 створах (в том числе 2-х створах Ириклинского водохранилища).

Наблюдения за качеством поверхностных вод реки Урал в районе г. Оренбург проводятся в 3-х створах: в черте г. Оренбург (фоновый створ); 2 км ниже г. Оренбург (0,5 км ниже сброса вод с городских очистных сооружений – первый контрольный створ); 6,5 км ниже г. Оренбург (5,0 км ниже сброса сточных вод с городских очистных сооружений - второй контрольный створ) [6].

Результаты исследований. В результате изучения данных государственного доклада, выявлено, что качество поверхностных вод фонового створа реки Урал в черте г. Оренбург не изменилось в сравнении с прошлым годом, и вода характеризуется как «загрязненная» 3 «А» класса. Средний коэффициент комплексности загрязненности воды составил 19,6%.

Анализ воды в фоновом створе показывает превышение ПДК по магнию в 1,2 ПДК, по сульфатам в 1,4 ПДК, по ХПК в 1,9 ПДК, по $БПК_5$ в 1,1 ПДК, по азоту аммонийному в 1,6 ПДК, по азоту нитритному в 1,2 ПДК, по железу общему в 4,6 ПДК, по меди – 3,3 ПДК

Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ превышали ПДК: по ХПК в 1,6 ПДК (в 2021 г. в 1,6 ПДК), по железу общему в 1,2 ПДК (в 2021 г. в 0,6 ПДК), по меди в 1,5 ПДК (в 2021 г. в 2,9 ПДК)

Отмечено, что содержание железа возросло в 2 раза, а содержание меди сократилось в 1,9 раза *(рисунок 1)*.

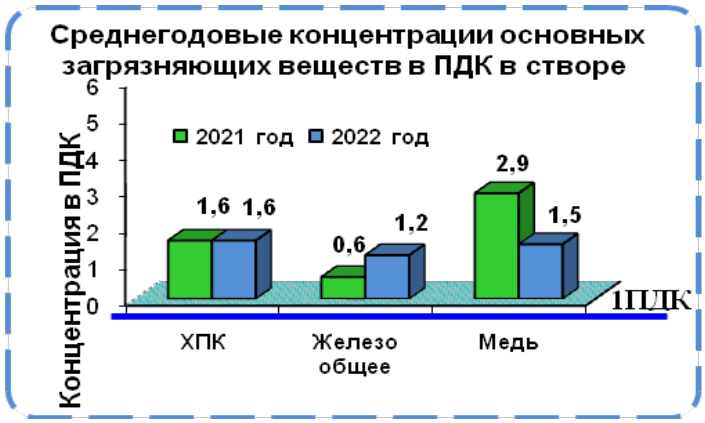


Рисунок 1. Среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ в створе р. Урал в черте г. Оренбург в 2021-2022 гг.

Первой контрольной точкой на реке Урал является створ, расположенный на 2 км ниже г. Оренбург (0,5 км после сброса сточных вод с городских очистных сооружений; 0,3 км после слияния с р. Сакмара).

Качество поверхностных вод в данном створе изменилось, и вода характеризовалась как «очень загрязненная» 3 «Б» класса. Средний коэффициент комплексности загрязненности воды составил 29,2%.

Исследования в первой контрольной точке показали превышение ПДК: по магнию в 1,1 ПДК, по сульфатам в 1,5 ПДК, по ХПК в 2,0 ПДК, по $БПК_5$ в 1,4 ПДК, по азоту аммонийному в 2,0 ПДК, по азоту нитритному в 1,4 ПДК, по железу общему 5,0 ПДК, по меди в 4,1 ПДК.

Среднегодовые концентрации превышали допустимые нормы по железу в 1,2 раза (в 2021 г. в 0,7 ПДК), по меди в 1,7 раза (в 2021 г. в 2,8 ПДК), по ХПК в 1,7 раза (в 2021 г. в 1,7 ПДК), по в 1,2 раза (в 2021 г. в 1,1 ПДК).

В сравнении с предыдущим годом выявлено незначительное превышение по $БПК_5$ в 1,1 раза, железа в 1,7 раза, а содержание меди уменьшилось в 1,6 раза *(рисунок 2)*.



Рисунок 2. Среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ в створе 2 км ниже г.Оренбург в 2021-2022 гг.

Вторая контрольная точка на реке Урал: створ 6,5 км ниже г. Оренбург (5,0 км ниже сброса сточных вод с городских очистных сооружений).

Качество поверхностных вод изменилось, и вода характеризовалась как «очень загрязненная» 3 «Б» класса. Средний коэффициент комплексности загрязненности воды составил 23,2%.

В данном створе максимальные концентрации загрязняющих веществ превышали ПДК по магнию в 1,2 ПДК, по сульфатам в 1,4 ПДК, по ХПК в 2,0 ПДК, по $БПК_5$ в 1,2 ПДК, по азоту аммонийному в 2,1 ПДК, по железу общему в 9,1 ПДК, по меди в 5,4 ПДК.

Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ превышали ПДК по ХПК в 1,7 ПДК (в 2021 г. в 1,5 ПДК), по железу общему в 1,5 ПДК (в 2021 г. в 0,5 ПДК), по меди в 1,8 ПДК (в 2021 г. в 2,6 ПДК). Содержание ХПК и железа общего увеличилось в 1,1-3 раза, а содержание меди снизилось в 1,4 раза *(рисунок 3)*.

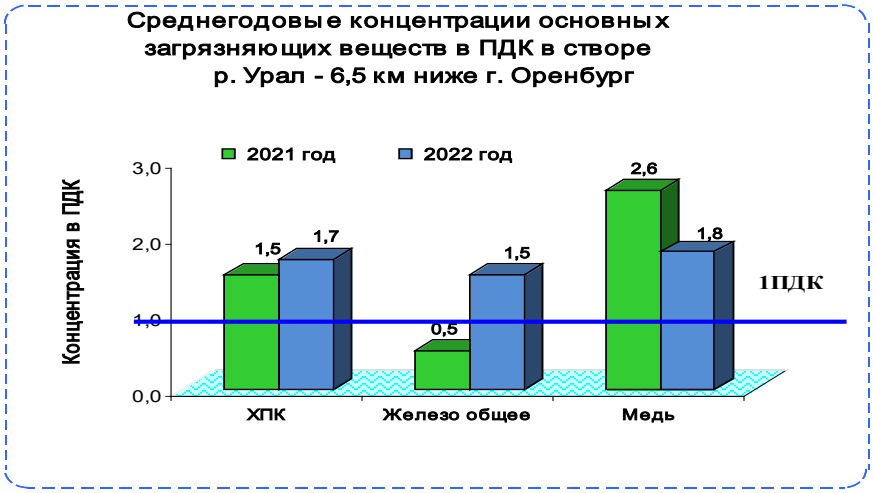


Рисунок 3. Среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ в створе 6,5 км ниже г. Оренбург в 2021-2022 гг.

Выводы. Таким образом, в поверхностных водах реки Урал в пределах городских территорий Оренбурга отмечено повышенное содержание загрязняющих веществ. Качество поверхностных вод характеризуется как загрязненная и очень загрязненная.

С целью уменьшения антропогенного воздействия на реку Урал и объемов сброса загрязненных сточных вод необходимо проводить реконструкцию и модернизацию очистных сооружений с применением новейших технологий очистки и оборудования. Так же не менее важным является обеспечение постоянного контроля состояния и показателей состава водоемов, то есть проведения качественного мониторинга.

Список литературы

1. Гареев А.М. Реки и озера Башкортостана. Уфа: Китап, 2001. 260 с.

2. Чибилёв А.А. Бассейн Урала: история, география, экология. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 410 с.

3. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: Учеб. пособие для вузов, средних школ и колледжей. 3-е изд., исп. и доп. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2005. 736 с.

4. Гидробиология реки Урала / Под общ. ред. Б.С. Драбкина. Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 1971. 103 с.

5. Система менеджмента качества. Технологический регламент очистных сооружений канализации г. Оренбурга ТР 054.012014. Оренбург, 2014. 135 с.

6. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2022 году». Министерство природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области. Офиц. сайт. URL:https://mpr.orb.ru/presscenter/news/109160/ (дата обращения: 27.11.2023).

УДК 502.753: 574.3
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-859-865

К БИОЛОГИИ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

ON THE BIOLOGY OF SOME RARE PLANT SPECIES IN THE TERRITORY OF THE ORENBURG REGION

Мустафина А.Н., Абрамова Л.М.
Mustafina A.N., Abramova L.M.

Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия
South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

E-mail: alfverta@mail.ru

Аннотация. Приводятся результаты изучения природных ценопопуляций редких видов растений на территории Оренбургской области. Исследования проведены в 2014-22 гг. в крупных меловых массивах Соль-Илецкого, Акбулакского, Гайского, Новосергиевского, Переволоцкого районов. Изучены морфометрические параметры и жизненное состояние особей в 6 ценопопуляций *Anthemis trotzkiana* Claus., 10 ценопопуляций *Zygophyllum pinnatum* Cham. и 9 ценопопуляций *Rindera tetraspis* Pall. Результаты изучения морфометрических параметров показали, что у *A. trotzkiana* по большинству показателей лидирует самая северная ценопопуляция Старобелогорские меловые горы (Новосергиевский район), у *Z. pinnatum* – особи из ценопопуляции, расположенной на южном склоне памятника природы «Троицкие меловые горы» в Соль-Илецком районе, у *R. tetraspis* максимальные показатели выявлены в северной ценопопуляции Родничный Переволоцкого района. В основном, неблагоприятно на габитусе растений сказывается недостаточное увлажнение местообитаний. Проведенный виталитетный анализ выявил, что половина ценопопуляций *A. trotzkiana* относятся к процветающим, половина – к депрессивным, у *Z. pinnatum* и *R. tetraspis* большинство ценопопуляций – депрессивные. Несмотря на достаточно стабильное состояние ценопопуляций, необходим дальнейший мониторинг мест их произрастания и совершенствование природоохранных мероприятий.

Ключевые слова: *Anthemis trotzkiana* Claus., *Zygophyllum pinnatum* Cham., *Rindera tetraspis* Pall., Оренбургская область, редкий вид, ценопопуляция, морфометрические параметры, виталитет.

Abstract. The results of a study of natural coenopopulations of rare plant species on the Orenburg region are presented. Research was carried out in 2014-22 in large chalk massifs of Sol-Iletsk, Akbulak, Gai, Novosergievsky, Perevolotsky districts. The morphometric parameters and vital state of individuals in 6 coenopopulations of *Anthemis trotzkiana* Claus., 10 coenopopulations of *Zygophyllum pinnatum* Cham. and 9 coenopopulations of *Rindera tetraspis* Pall. were studied The results of the study of morphometric parameters showed that in *A. trotzkiana*, the northernmost coenopopulation of the Starobelogorsk Chalk Mountains (Novosergievsky district) is the leader in most indicators; in *Z. pinnatum*, individuals from the coenopopulation located on the southern slope of the natural monument "Trinity Chalk Mountains" in Sol-Iletsk district, for *R. tetraspis* the maximum indicators were found in the northern coenopopulation of Rodnichny, Perevolotsk district. Basically, insufficient moisture in habitats has an unfavorable effect on plant habitus. The vitality analysis revealed that half of the coenopopulations of *A. trotzkiana* are prosperous, half are depressed, and in *Z. pinnatum* and *R. tetraspis* the majority of coenopopulations are depressed. Despite the fairly stable state of coenopopulations, further monitoring of their habitats and improvement of environmental measures are necessary.

Key words: *Anthemis trotzkiana* Claus., *Zygophyllum pinnatum* Cham., *Rindera tetraspis* Pall., Orenburg region, rare species, coenopopulation, morphometric parameters, vitality.

Введение. В настоящее время актуальнейшей проблемой биологии и экологии является сохранение биологического разнообразия. В этой связи исследования биологии редких и исчезающих видов растений в природных местообитаниях приобретают важное значение. Особенное преимущество в таких исследованиях получают популяционно-онтогенетические методы, способные дать объективную оценку состояния их ценопопуляций, спрогнозировать их дальнейшее развитие и сформулировать предложения по организации охраны. Они позволяют объективно оценить не только степень влияния антропогенного фактора на выживаемость растений, но и, учитывая особенность биологии вида, разработать рекомендации для рационального природопользования. Изучение редких видов растений становится все более

необходимой мерой для их дальнейшего сохранения в естественных условиях произрастания во всем мире.

Наши исследования посвящены изучению трех видов растений: *Anthemis trotzkiana* Claus., *Zygophyllum pinnatum* Cham. и *Rindera tetraspis* Pall на территории Оренбургской области. Первый вид внесен в Красную книгу Российской Федерации (РФ) [1] и Международный красный список МСОП [2], все виды – в региональные Красные книги, включая Красную книгу Оренбургской области [3]. Биология, структура и состояние популяций этих «краснокнижных» растений, редких как в России, так и в мире в целом, ранее не изучались, что определило актуальность наших исследований.

Материал и методы исследования. *A. trotzkiana* (пупавка Корнух-Троцкого) – эндем Среднего Поволжья и Северо-Западного Казахстана, из семейства Asteraceae (сложноцветные) [4]. Большая часть ареала вида представлена на территории России. Включен в Красные книги РФ [1], Оренбургской [3], Самарской [5], Саратовской [6], Волгоградской области [7]. Отнесен к категории 3 – редкий вид. В пределах РФ распространен в Волгоградской, Саратовской и Самарской областях, в ряде районов Оренбургской области. Вне России встречается на мелах в Западно-Казахстанской и Актюбинской области Казахстана. Имеет узкую экологическую приуроченность. Облигатный кальцефит, предпочитающий рыхлый меловой субстрат с мелкоземом. Часто поселяется на меловых и мергелистых обрывах, пологих зарастающих склонах, очень редко – на плакорных участках. Ксеромезофит, эрозиопетрофит [8]. Малоизученный вид в плане ценопопуляционных исследований [9, 10].

Z. pinnatum (парнолистник перистый) – малоизученный восточноевропейско-передне-среднеазиатский горно-степной вид из семейства Zygophyllaceae (парнолистниковые). Ареал охватывает Восточную Европу (Заволжье), Западную Сибирь, Среднюю Азию, Иран. Ксерофит. Растет на гипсовых, меловых и глинистых склонах, реже на солонцах [11]. Включен в Красные книги Республики Башкортостан [11], Оренбургской [3] и Челябинской [12] областей, Республики Алтай [13], Алтайского края [14]. На территории Оренбургской области вид находится на северной границе своего основного ареала. Раннее нами проведены некоторые популяционные исследования вида [15].

R. tetraspis (риндера четырёхщитковая) – вид, произрастающий в степной и пустынной зонах Евразии, из семейства Boraginaceae (бурачниковые). Это понтийско-заволжско-казахстанский уязвимый степной вид, сокращающий численность и места обитания. Распространен на юге европейской России, Северном Кавказе, юго-востоке Западной Сибири и севере Средней Азии [3]. Гелиофит, мезоксерофит, гемикриптофит, является гемиэфемероидом. Растет в степях, на сухих каменистых склонах, осыпях. Включен в Красные книги Алтайского [14] и Краснодарского края [16], Оренбургской [3], Самарской [5], Саратовской [6] областей и др. В Краснодарском крае вид находится на грани исчезновения, в Ставропольском крае уже исчез [16]. В Оренбургской области имеет категорию редкости 2 – вид, сокращающийся в численности, и находится на северной границе ареала [3]. Малоизученный вид. Ранее нами были изучены особенности онтогенеза и возрастной структуры ценопопуляций *R. tetraspis* [9].

Исследование популяций (ЦП) вида осуществлялось на территории Оренбургской области (ОО) в 2014-22 гг. в крупных меловых массивах Соль-Илецкого, Акбулакского, Гайского, Новосергиевского, Переволоцкого районов. В результате выявлено и изучено 6 ЦП *A. trotzkiana*, 10 ЦП *Z. pinnatum* и 9 ЦП *R. tetraspis*. Название ценопопуляций давалось по ближайшему к ней населенному пункту или географическому объекту. В качестве учётной единицы принимали особь средневозрастного генеративного состояния, как это принято в методических работах популяционного направления [18, 19]. Изучение морфометрии в природных условиях проводили согласно методу В.Н. Голубева [20] на 25 средневозрастных генеративных особях во всех изученных популяциях. Всего в анализе использовали 825 особей. Измерения проводили в фазе цветения или плодоношения. Методика оценки виталитетного состава была основана на дифференциации растений одного онтогенетического состояния на классы виталитета. В качестве объектов виталитетного анализа использовались растения средневозрастного генеративного онтогенетического состояния. Предварительно были проведены факторный и корреляционный анализы, позволяющие выделить среди биометрических показателей детерминирующий комплекс признаков. После обработки полученных данных были составлены виталитетные спектры, отражающие соотношения растений высшего (a), промежуточного (b) и низшего (c) классов виталитета [19], а также определен индекс качества ценопопуляции и виталитетные типы: процветающие, равновесные,

депрессивные. Статический анализ провели в MS Excel 2010 с использованием стандартных показателей, оценили степень варьирования коэффициента вариации [21].

Результаты и их обсуждение. Результаты изучения морфометрических параметров представлены в *таблице 1*. У *A. trotzkiana* по большинству показателей как вегетативной, так и генеративной сфер лидирует самая северная ЦП Старобелогорские меловые горы (Новосергиевский район), расположенная на склонах мелового карьера юго-западной экспозиции с уклоном 25°, с разреженным травяным покровом, основным типом растительности являются оносмово-пупавковые сообщества, где, по-видимому, наблюдаются наиболее благоприятные условия для произрастания растений. Минимальные значения по большинству параметрам отмечены в ЦП Меловая гора Дюртель (Гайский район) и ЦП Троицкие меловые горы (Соль-Илецкий район), популяции расположены на крайнем юге области и на восточной границе ареала вида, где, как правило, формируются неоптимальные условия обитания. Отмечены большие различия по числу генеративных побегов – в среднем от 3,1 шт. в молодой ЦП Старобелогорские меловые горы до 25 шт. в ЦП Итчашкан. Также в различных экотопах значительно варьирует высота генеративного побега – от 19,3 см до 32,6 см. По количеству листьев больших различий не наблюдается.

У *Z. pinnatum* по большинству показателей лидируют особи из ЦП, расположенной на южном склоне памятника природы «Троицкие меловые горы» в Соль-Илецком районе, где, по-видимому, формируются наиболее благоприятные условия произрастания растений. Также по основным показателям оптимальные условия для произрастания *Z. pinnatum* складываются ближе к северной границе ареала, в более благоприятных по температурно-водному режиму климатических условиях. При продвижении на юг морфометрические показатели снижаются, состояние популяций ухудшается. Минимальные значения по большинству параметрам отмечены у особей в ЦП Верхнечибендинские меловые горы (Соль-Илецкий район) и ЦП Покровские меловые горы (Акбулакский район), Эти ЦП занимают южную часть склонов, где недостаточное увлажнение неблагоприятно сказывается на габитусе растений. Наибольшее варьирование в показателях наблюдается у параметра число генеративных побегов – от 4,5 шт. в ЦП Верхнечибендинские меловые горы до 32,7 шт. в ЦП Ичташкан. Также большие вариации отмечены для высоты генеративного побега – 9,0-18,3 см и для диаметра куста – 15,7-37,3 см.

Таблица 1

Внутрипопуляционная изменчивость морфометрических признаков изучаемых видов

Морфометрический параметр / Средние значения	*Anthemis trotzkiana*		*Zygophyllum pinnatum*		*Rindera tetraspis*	
	M±m	C_v, %	M±m	C_v, %	M±m	C_v, %
Число генеративных побегов, шт.	3,1±0,35	55,8	17,5±0,75	67,9	3,1±0,15	71,8
Высота генеративного побега, см	21,2±0,39	9,1	12,5±0,24	30,9	28,3±0,25	13,4
Диаметр генеративного побега, см	0,2±0,01	15,8	0,2±0,01	23,3	0,4±0,01	18,9
Число листьев на побег, шт.	12,3±0,46	18,6	11,4±0,14	19,0	–	–
Число листочков, шт.	–	–	9,0±0,11	19,7	–	–
Число розеточных листьев, см	–	–	–	–	32,2±0,81	37,6
Число стеблевых листьев, см	–	–	–	–	11,0±0,19	26,1
Длина листа, см	4,8±0,10	10,2	3,8±0,06	23,9	–	–
Длина листочка, см	–	–	0,8±0,02	36,2	–	–
Длина розеточного листа, см	–	–	–	–	18,4±0,21	16,9
Длина стеблевого листа, см	–	–	–	–	4,0±0,06	23,8
Ширина листа, см	1,0±0,03	13,2	1,4±0,02	26,8	–	–
Ширина листочка, см	–	–	0,3±0,01	28,7	–	–
Ширина розеточного листа, см	–	–	–	–	2,9±0,04	20,6
Ширина стеблевого листа, см	–	–	–	–	1,3±0,02	19,7
Число корзинок на побег, шт.	3,5±0,18	26,4	–	–	–	–
Диаметр корзинки, см	1,8±0,03	8,4	–	–	–	–

Морфометрический параметр / Средние значения	*Anthemis trotzkiana*		*Zygophyllum pinnatum*		*Rindera tetraspis*	
	M±m	C_v, %	M±m	C_v, %	M±m	C_v, %
Длина соцветия, см	12,0±0,39	16,3	–	–	15,6±0,19	18,0
Число плодов на побег, шт.	–	–	3,0±0,11	57,5	20,2±0,65	48,5
Длина плода, см	–	–	1,8±0,03	22,1	1,5±0,01	10,0
Ширина плода, см	–	–	1,6±0,07	66,5	1,4±0,01	10,0
Диаметр куста/розетки, см	15,3±0,73	23,9	24,5±0,48	31,1	–	–

Примечание: M – среднее значение, m – ошибка среднего, C_v, % – коэффициент вариации, %.

У *R. tetraspis* максимальные показатели выявлены в северной ЦП Родничный Переволоцкого района, расположенной на низком склоне, сложенном маломощными черноземами на песчаниках, где основным типом растительности являются ковылковые сухие степи. В целом, большинство особей в изученных популяциях *R. tetraspis*, имеющих высокие показатели по большинству параметров, как вегетативной, так и генеративной сферах занимают преимущественно склоны или подножья склонов западной или восточной экспозиции, где, видимо, создаются более благоприятные условия для роста и возобновления особей. Минимальные значения параметров отмечены в южной ЦП Верхнечибендинские меловые горы. В ней растения отличаются низкими показателями по ряду генеративных признаков. Связано это скорее всего с тем, что данная ЦП подвергается периодическим смывам субстрата в весенне-летний период, когда идет формирование основных репродуктивных органов растений.

По шкале степени варьирования коэффициента вариации у изученных видов исследования показали, что большинство признаков обладают нормальной степенью варьирования (8,4-36,2%). Значительное варьирование отмечено для числа генеративных побегов (*Anthemis trotzkiana* C_v – 55,8%) и числа плодов (*Z. pinnatum* C_v – 57,5% и *R. tetraspis* C_v – 48,5%). Большое варьирование – для числа генеративных побегов (*Z. pinnatum* C_v – 67,9%, *R. tetraspis* C_v – 71,8%) и ширины плода (*Z. pinnatum* C_v – 56,5%). Количественные признаки генеративной сферы более вариабельны.

Проведенный факторный и корреляционный анализы позволили выделить среди исследованных биометрических показателей детерминирующий комплекс признаков: для *A. trotzkiana* это число генеративных побегов и число листьев на генеративный побег, для *Z. pinnatum* – диаметр куста и число плодов на побег, для *R. tetraspis* – высота генеративного побега и длина соцветия, которые в дальнейшем были использованы для оценки виталитетного спектра ценопопуляций.

Распределение особей видов по классам виталитета приведены на *рисунках 1-3*. Виталитетный анализ выявил, что три ЦП *A. trotzkiana* отнесены к процветающим, с индексом качества ЦП 0,36-0,5. Занимают склоны меловых холмов преимущественно юго-западной экспозиции, с разреженным травяным покровом. Три ЦП характеризуются как депрессивные (Q=0,02-0,22). Это две самые южные ЦП, где местообитания характеризуются очень засушливым климатом и малым количеством осадков, а восточная ЦП – разреженным травостоем (не более 25% ОПП), что также косвенно свидетельствует о неблагоприятности условий местообитаний. По-видимому, на фоне общего эколого-ценотического стресса местообитаний данных популяций, обусловленного климатом, процессы роста особей *A. trotzkiana* значительно подавляются.

Четыре из изученных ЦП *Z. pinnatum* относятся к процветающим, в них преобладает доля особей с высоким виталитетом (Q=0,38-0,50). Данные ЦП произрастают на высоких склонах (20-45°), преимущественно на гипсовых обнажениях в северной и центральной частях изученного градиента. Пять ЦП – депрессивные, с низкой жизненностью особей (Q=0,08-0,14), они приурочены, в основном, к меловому субстрату в центральной и южной частях градиента. Одна ЦП выявлена как равновесная (Q=0,32). В трех ЦП полностью отсутствуют особи высшего класса виталитета что, вероятно, связано с засушливыми климатическими условиями.

Виталитетный анализ ЦП *R. tetraspis* выявил, что три из них процветающие с индексом качества 0,44-0,48. Эти ценопопуляции приурочены к пологим склонам (уклон $1\text{-}5^0$) преимущественно западной экспозиции. В этих же сообществах находится экологический оптимум вида – здесь зарегистрированы максимальные значения размерных параметров растений и сохраняется высокий уровень жизненности отдельных особей. Большинство

исследованных ЦП отнесены к депрессивным, качество популяции составляет от 0,08 до 0,26. В одной ЦП отмечено полное отсутствие особей с высоким виталитетом, она частично расположена на мергелистых породах, на которых, видимо, процессы роста особей подавляются.

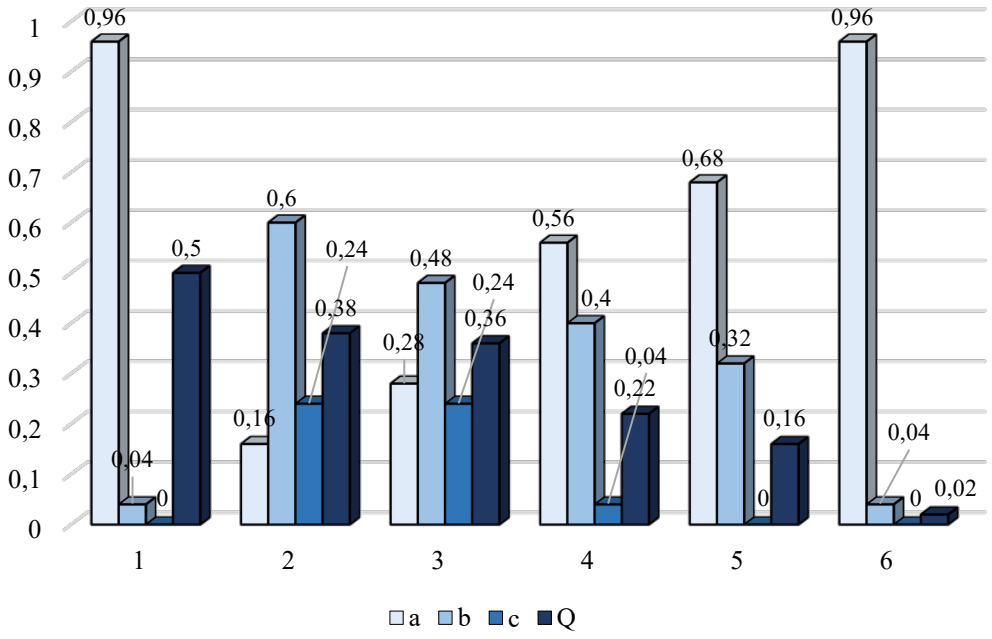


Рисунок 1. Распределение особей по классам виталитета в ЦП (1-6) *Anthemis trotzkiana.* По оси x – номера ценопопуляций, по оси y – относительная частота размерных классов, %. Виталитетные классы растений: a – высший, б – средний, c – низший. Q – виталитетное качество популяции.

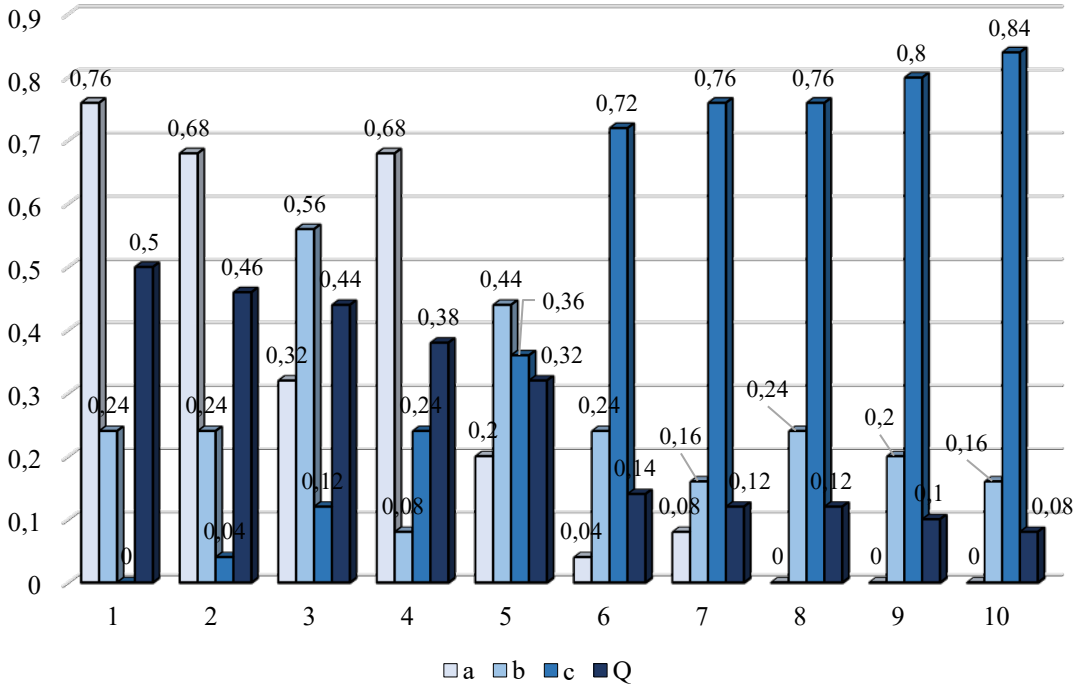


Рисунок 2. Распределение особей по классам виталитета в ЦП (1-10) *Zygophyllum pinnatum.* Обозначения по *рисунку 1*.

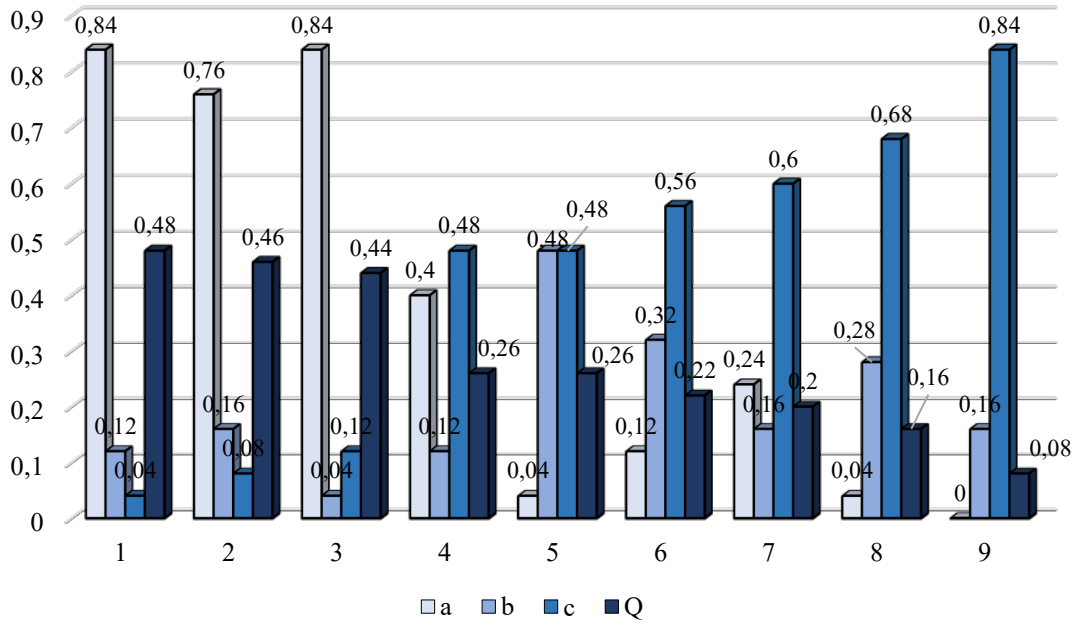


Рисунок 3. Распределение особей по классам виталитета в ЦП (1-9) *Rindera tetraspis*. Обозначения ЦП по *рисунку 1*.

Заключение. Проведенное изучение редких видов на территории Оренбургской области в 6 ЦП *Anthemis trotzkiana*, 10 ЦП *Z. pinnatum* и 9 ЦП *R. tetraspis* показало, что, в целом, состояние их популяций удовлетворительное. Особи видов произрастают в разных типах сообществ, более характерных для меловых субстратов, реже – для гипсовых и мергелистых обнажений. Для *A. trotzkiana* благоприятные условия произрастания складываются в ЦП Старобелогорские меловых горах, в оносмово-пупавковых сообществах. Виталитетный анализ выявил, что три ЦП вида – процветающие (Q=0,36-0,5), три – депрессивные (Q=0,02-0,22). Для усиления охраны эндемичного вида необходим постоянный мониторинг за состоянием популяций, в особенности за теми, где отмечен низкий виталитет популяций (ЦП Верхнечебендинские и Троицкие меловые горы). Наряду с уже четырьмя существующими ООПТ, может быть рекомендовано учреждение памятника природы «Меловая гора Дюртель» в Гайском районе, где, наряду с *A. trotzkiana,* произрастает целый ряд и других редких растений меловых местообитаний (*Alyssum litvinovii* Knjaz., *Limonium macrorhizon* (Ledeb.) Kuntze и др.).

По основным показателям наиболее оптимальные условия для произрастания *Z. pinnatum* складываются ближе к северной границе ареала, в более благоприятных по температурно-водному режиму климатических условиях, где вид отмечается преимущественно на гипсовых обнажениях. При продвижении на юг морфометрические показатели снижаются, состояние популяций ухудшается. Проведенный виталитетный анализ позволил выявить, что четыре ценопопуляции – процветающие (Q=0,38-0,50), одна – равновесная (Q=0,32) и пять – депрессивные (Q=0,08-0,14). Несмотря на достаточно стабильное состояние ценопопуляций *Z. pinnatum*, необходим дальнейший мониторинг мест его произрастания и совершенствование природоохранных мероприятий.

Общее состояние обследованных популяций *R. tetraspis* также оценивается как удовлетворительное. По всем основным показателям наиболее благоприятные условия для произрастания *R. tetraspis* складываются в северной части изученной части ареала вида, на маломощных черноземах, небольших или пологих склонах западной экспозиции, что связано, по-видимому, с лучшими условиями увлажнения. Виталитетный анализ ЦП *R. tetraspis* выявил, что три – процветающие (Q=0,44–0,48), остальные шесть – депрессивные (Q=0,08-0,26). Следует отметить, что большинство исследованных ценопопуляций не обеспечено охраной. Из всех изученных ЦП только одна расположена на ООПТ «Троицкие меловые горы». Необходимо детальное и глубокое изучение вида на всем ареале его распространения, получение подробной информации о существующих и поиск новых местообитаний, контроль за состоянием популяций и создание новых ООПТ по его сохранению.

Список литературы

1. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 23.05.2023 № 320 «Об утверждении Перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации». URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307210008?ysclid=ls1f04rxiu574353076 (дата обращения: 31.01.2024).

2. Красный список особо охраняемых редких и находящихся под угрозой исчезновения животных и растений. Ч. 3.1 (Семенные растения) / Отв. ред. В.Е. Присяжнюк. М., 2004 (2005). 352 с.

3. Красная книга Оренбургской области: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Воронеж: ООО «МИР», 2019. 488 с.

4. Флора Европейской части СССР. Т. 7. СПб.: Наука, 1994. С. 106-113.

5. Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений и грибов / Под ред. С.А. Сенатора и С.В. Саксонова. Самара, 2017. 384 с.

6. Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. 2021. Саратов. 496 с.

7. Красная книга Волгоградской области. Т. 2. Растения и грибы. Волгоград, 2006. 236 с.

8. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М., 2008. 855 с.

9. Karimova O.A., Abramova L.M., Golovanov Y.M. Analysis of the current status of populations of rare plant species of nature monument Troicki chalk mountains (Orenburg region) // Arid Ecosystems. 2017. Т. 7. No 1. С. 41-48.

10. Каримова О.А., Абрамова Л.М., Мустафина А.Н., Голованов Я.М. Состояние ценопопуляций *Anthemis trotzkiana* (Asteraceae) В Оренбургской области // Ботанический журнал. 2018. Т. 103. № 6. С. 740-754.

11. Красная книга Республики Башкортостан: в 2 т. Т. 1. Растения и грибы. Москва: Студия онлайн, 2021. 392 с.

12. Красная книга Челябинской области: Животные, растения, грибы / отв. ред. А.В. Лагунов. Москва: Реарт, 2017. 504 с.

13. Красная книга Республики Алтай: Растения / под ред. А.Г. Манеева. Горно-Алтайск: Изд-во ГАГУ, 2017. 267 с.

14. Красная книга Алтайского края: в 2 т. Т. 1: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / науч. ред. А.И. Шмаков, М.М. Силантьева. Барнаул: Изд-во Алтайского гос. ун-та, 2016. 292 с.

15. Mustafina A., Abramova L., Golovanov Y., Karimova O. Morphological Variability of a Rare Species *Zygophyllum pinnatum* in the South Urals and Adjacent Territories. International Journal of Plant Biology, 2023. Т. 14. P. 755-769.

16. Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы / Отв. ред. С.А. Литвинская и др. 3-е изд. Краснодар, 2017. 850 с.

17. Mustafina A.N., Abramova L.M., Karimova O.A. The Ontogenesis and Structure of Population of *Rindera tetraspis* Pall. (Boraginaceae) in Orenburg Oblast. Arid Ecosystems, 2023. Т. 13(4). P. 412-418.

18. Sharma S.K., Pandit M.K. Morphometric analysis and taxonomic study of *Panax bipinnatifidus* Seem. (Araliaceae) species complex from Sikkim Himalaya, India // Plant Systematics and Evolution. 2011. Т. 297(1-2). P. 87-98.

19. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы: Университетская книга, 2013. 439 с.

20. Голубев В.Н. Основы биоморфологии травянистых растений центральной лесостепи // Труды Центрально-черноземного заповедника им. В.В. Алехина. Вып. 7. Воронеж, 1962. 602 р.

21. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной биологии. М.: Наука, 1990. 296 с.

УДК 556.551
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-866-869

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РОДНИКОВ ЮЖНОЙ СТЕПНОЙ ЗОНЫ (НА ПРИМЕРЕ САРАКТАШСКОГО И СОЛЬ-ИЛЕЦКОГО РАЙОНОВ) ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

HYDROGEOCHEMICAL FEATURES OF THE FORMATION OF I SPRINGS OF THE SOUTHERN STEPPE ZONE (ON THE EXAMPLE OF SARAKTASH AND SOL-ILETSKY DISTRICTS) ORENBURG REGION

Мязина Н.Г.
Myazina N.G.

ФГБОУ ВО ОГУ, Оренбург, Россия
FGBOU VO OSU, Orenburg, Russia

E-mail: miazinanatalia@rambler.ru

Аннотация. Проведен анализ химического состава двух родников с пресной водой. Расположены родники на территории Предуральского и Сыртовского артезианских бассейнов. По составу вода гидрокарбонатно-хлоридная натриево-магниево-кальциевая, нейтральная, щелочная, гидрокарбонатная кальциевая щелочная с минерализацией 196-387 мг/л. Определена жесткость, воды мягкие и умеренно жесткие 2,2, 3,8 мг/экв. Вода родника № 13 является носителем морского генезиса. Вода в Чебендинском роднике инфильтрационного генезиса. Вода обладает хорошими органолептическими свойствами. В источниках происходит быстрый водообмен. Использовались различные классификации О.А. Алекина, Ч. Пальмера, В.А. Сулина для выявления происхождения воды. Выявили генетические коэффициенты, типы вод.

Ключевые слова: родник, минерализация, пресная вода, жесткость.

Abstract. The chemical composition of two separate freshwater springs was studied. The springs are located on the territory of the Preduralsky and Syrtovsky artesian basins. By composition, bicarbonate-chloride sodium-magnesium-calcium, neutral, alkaline, bicarbonate calcium alkaline water with a mineralization of 196-387 mg/l. The hardness was determined, the waters are soft and moderately hard 2.2, 3.8 mg/eq. The water of spring No. 13 is a carrier of marine genesis. Water in the Chebendinsky spring of infiltration genesis. Water has good organoleptic properties. There is a rapid water exchange in the springs. Various classifications of O.A. Alekin, C. Palmer, and V.A. Sulin were used to identify the origin of water. Genetic coefficients and types of waters were revealed.

Key words: spring, mineralization, fresh water, hardness.

Введение. Район исследования единичных родников располагается на территории северных степных районов Евразии, Оренбургской области в зоне Предуральского и Сыртовского артезианских бассейнов пластовых напорно-безнапорных поровых вод. В бассейнах широко распространены выходы родников из терригенных песчаников верхнепермских отложений P_3t, и трещиноватых карбонатных, сантонских верхнемеловых мергелей возраста (K_2st). Родники с пресными водами которые используются местным населением, относятся к гидродинамической зоне активного водообмена.

Верхний (татарский) отдел (P_3). Среди пермских напластований отложения татарского возраста пользуются более широким распространением по сравнению с казанскими. В составе татарских отложений выделяются три яруса: уржумский, северодвинский и вятский. Татарский отдел сложен красноцветными конгломератами или конгломератовидными песчаниками. Мощность отложений татарского отдела на Мертвосольском куполе 230-280 м, а на севере территории достигает 650-670 м.

В разрезе татарского яруса снизу вверх наблюдается постепенное нарастание следов палеогипергенеза. Основная седиментация происходила сезонно и имела лавинный характер. Главным источником вещества служили местные водосборы. Образованные при этом эфемерные водоемы на какое-то время становились основным элементом ландшафта. Затем, в более продолжительный засушливый сезон наступила деградация озер, приближавшая ландшафты к «сухой саванне», с той лишь разницей, что в это время не существовало травянистой растительности. Последнее обстоятельство приводило к большой разрыхленности поверхности, интенсивной эрозии при паводках, большой мутности и динамике паводковых потоков, близкой к селевой. На общем

сухостепном фоне сохранились «оазисные» участки с увлажненным режимом. В разрезе они фиксируются линзами сероцветных пород с обильными остатками татариновой флоры. Отложения временных потоков и эфемерных водоемов, т.е. равнинный пролювий абсолютно преобладают в сложении разреза всего верхнетатарского подъяруса.

Водоносный татарский комплекс (P_3) пользуется ограниченным распространением на крайнем севере бассейна р. Илек Прикаспийского артезианского бассейна.

Питьевое водоснабжение основной части населенных пунктов Оренбургской области базируется на участках с утвержденными и неутвержденными запасами подземных вод водоносного татарского комплекса.

Отложения мелового возраста имеют морской генезис и пользуются распространением в пределах всех карстовых синклиналей оседания на территории района исследований. *Верхний отдел меловой системы (K_2)* сложен глинами с толщей слаботрещиноватого плотного белого писчего мела с прослоями известковистых глин внизу алевролитами и глинами, а вверху – мергелями, мелоподобными мергелями и глинами с прослоями писчего мела. Мощность верхнемеловых отложений достигает 109-145 м.

Относительно водоносный татарский комплекс (P_3) имеет повсеместное распространение на участке месторождения залегая на значительной глубине 170-230 м. Вскрытая мощность верхнетатарских отложений не превышает 28 м. В литологическом отношении комплекс представлен переслаиванием глин, алевролитов, песчаников и известняков. Преобладают глины и алевролиты, слагающие 75-80% разреза. Песчаники находятся в подчиненном положении (15-20%). Водосодержащими коллекторами являются линзы и прослои песчаников и алевролитов в толще глин, аргиллитов.

Водообильность комплекса по фондовым данным невысокая. В основном, формируются напорные воды. Величина напора составляет 0-29,0 м. Статические уровни подземных вод устанавливаются на глубинах 2,7-31,0 м. Коэффициенты фильтрации меняются от 0,38 до 2,0 м/сут, а водопроводимость пород составляет 10,0-81,2 м^2/сут. Дебиты скважин меняются от 0,41 до 1,7 л/с при понижениях уровня на 3,0-12,0 м.

В описываемом комплексе распространены пресные и солоноватые воды с минерализацией от 0,3 до 1,1 г/дм^3 с преобладанием гидрокарбонатного натриевого состава.

Питание водоносного комплекса осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, выпадающих в местах выхода водосодержащих пород на дневную поверхность далеко за пределами исследований. Большую роль играют перетоки подземных вод из смежных, подстилающих и перекрывающих гидрогеологических подразделений. Разгрузка возможна путем аналогичного перетока через гидравлические окна в кровле и в подошве комплекса.

Относительно водоносный верхнемеловой горизонт (K_2) распространен в юго-западной части участка в районе Старобелогорского грабена, где залегает первым от поверхности гидрогеологическим подразделением. По фондовым данным подземные воды горизонта содержатся в толще слаботрещиноватого плотного белого писчего мела, включающего прослои сильно известковистых глин, мощностью до 0,5 м. Мощность водоносного горизонта редко достигает 43,0 м. Уровень подземных вод залегает на глубине 42 м. Воды безнапорные. Фильтрационные свойства невысокие, коэффициент фильтрации по расчетным данным составляет 0,064 м/сут. Водообильность горизонта низкая, дебит составляет 0,5 л/с при понижении уровня на 34 м. По качеству воды пресные, гидрокарбонатно-сульфатные натриево-кальциевые с минерализацией 0,3 г/дм^3.

Питание горизонта осуществляется за счет атмосферных осадков и напорных вод нижележащих отложений.

Подземные воды верхнемелового водоносного горизонта лучше защищены от загрязнения, по сравнению с водоносным четвертичным аллювиальным горизонтом и относительно водоносным плиоцен-четвертичным комплексом.

Материалы и методы исследования. Для изучения содержащихся пресных вод родников хозяйственно-питьевого, назначения были использованы следующие методы:

1) Анализ фондовых и литературных источников.

2) Для определения химического состава пресных вод был проведен сокращенный химический анализ с определением макрокомпонентного состава, общей и карбонатной жесткости, pH-среды, температуры.

3) Сравнительный анализ по ГОСТу Р 51232-98 «Вода питьевая».

Результаты исследования. В пределах территории исследования расположены естественные выходы подземных вод Предуральского артезианского бассейна (АБ) и Сыртовского

(АБ) [1-5]. Особую ценность имеют родники с пресной водой и с хорошими органолептическими свойствами.

Родник № 13 находится на абсолютной отметке 195 м в Саракташском районе, в зоне Предуральского краевого прогиба. Выход подземных вод вскрывает водоносный горизонт татарских песчаников верхней перми (P_3t).

Химическая характеристика вод родника № 13 из терригенного коллектора татарского возраста (P_2t) представлена в *таблице 1*.

Таблица 1

Химический состав воды родника № 13 [1, 2]

Ионы	pH	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+ K^+	$\sum A^-$	$\sum K^+$	$\sum A^-$ $+K^+$
	7,0									
мг/л		58,29	17,51	62	22,46	13	23	137,8	58,46	196,26
мг-экв/л		1,6	0,4	1,2	1,1	1,1	1	3,2	3,2	6,4
%-экв		53	12	35	36	34	32	100	100	200

Концентрация водородных ионов характеризует кислотно-щелочные свойства воды. Вода обладает нейтральной реакцией среды (pH = 7).

Химический состав воды отражен в формуле Курлова:

$$M\,0{,}196\,\frac{Cl53HCO_3\,35SO^4\,12}{Ca36Mg34Na30}\,pH\,7{,}0$$

По формуле Курлова вода гидрокарбонатно-хлоридная, по катионам смешанная натриево-магниево-кальциевая, пресная, мягкая, теплая. В солевом составе вод присутствуют (%): $MgCl_2$ – 23, NaCl – 30; $MgSO_4$ – 11; $Ca(HCO_3)_2$ – 35; $CaSO_4$ – 1. По классификации Е.В. Посохова вода родника относится к типу IIIа. Степень метаморфизации вод родника довольно высокая (rNa/rCl=0,62<0,87). Воды родника отражают условия морского генезиса. По общей жесткости 2,2 мг/экв, воды мягкие.

Расчеты коэффициентов по Ч. Пальмеру и В.А. Сулина отражены в *таблице 2*. По Пальмеру вода относится к III классу.

Таблица 2

Характеристика коэффициентов по Ч. Пальмеру и В.А. Сулину

Характеристика по Пальмеру				Генетические коэффициенты по В.А. Сулину				
S_1	S_2	A_1	A_2	$\frac{rNa}{rCl}$	$\frac{rNa-rCl}{rSO_4}$	$\frac{rCl-rNa}{rMg}$	$\frac{rSO_4}{rCl}$	$\frac{rCa}{rMg}$
31,2	31,3	0	37,46	0,625	-1,5	0,545	0,25	1,0

Тип исследуемой воды относится к III классу по Ч. Пальмеру. По классификации В.А. Сулина данная вода относится к хлормагниевому типу.

Исследуем геохимические особенности родника Чебендинский на территории Сыртовского артезианского бассейна. Он расположен в Соль-Илецком районе в 2,3 км к ЮВ от с. Чибенда на абс. отметке 190 м, истекает из трещиноватых мергелей сантонского яруса верхнемелового возраста (K_2st). Площадь родникового урочища 0,5 км^2. Родник нисходящий с хорошими органолептическими свойствами воды *(см. таблицу 3)*.

Таблица 3

Химический состав воды родника «Чибендинский»

Ионы	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+ K^+	$\sum A^-$	$\sum K^+$	$\sum A^- + K^+$
мг/л	3,6	11,5	219,6	73,7	1,3	3,4	234,7	578,4	343,7
мг-экв/л	0,1	0,24	3,6	3,69	0,11	0,15	3,94	3,95	7,89
%-экв	2	6	92	93	3	4	100	100	200

Химический состав воды отражен в формуле Курлова:

$$M\,0{,}347\,\frac{HCO_3\,92\,SO^4\;16\,Cl2}{Ca93\,Na4\,Mg3}\;pH\,7{,}6$$

По формуле Курлова вода гидрокарбонатная, по катионам кальциевая, пресная, теплая, умеренно-жесткая.

В солевом составе вод присутствуют (%):NaCl – 2; Na_2SO_4 –2, $MgSO_4$ – 3; Ca $(HCO_3)_2$ – 92; $CaSO_4$ – 1; rNa/rCl=1,5. По классификации Е.В. Посохова вода источника относится к типу IIа. Степень метаморфизации вод низкая (rNa/rCl=1,5>0,67), воды родника инфильтрационного генезиса. По классификации Пальмера вода относится к III классу *(см. таблицу 4)*.

Таблица 4

Характеристика коэффициентов по Ч. Пальмеру и В.А. Сулину

Характеристика по Пальмеру				Генетические коффициенты по В.А. Сулину				
S_1	S_2	A_1	A_2	$\frac{rNa}{rCl}$	$\frac{rNa-rCl}{rSO_4}$	$\frac{rCl-rNa}{rMg}$	$\frac{rSO_4}{rCl}$	$\frac{rCa}{rMg}$
3,6	5	0	88,6	1,5	0,21	0,454	2,4	33,54

Выводы

1. Родники исследуемой территории Саракташского, Соль-Илецкого районов разгружают пресные воды с минерализацией 196-347 мг/л хорошего качества с прекрасными органолептическими показателями и отрицательным показателем Eh, важным показателем для здоровья людей.

2. К основным формациям, в пределах которых происходит формирование пресных вод, отнесены карбонатные водоносные горизонты верхнепермского, основного татарского, сантонского ярусов. Воды рассматриваемых выходов подземных воды мягкие и умеренной жесткости от 2,2-3,8 мг-экв/л, пригодные для питья.

3. Выявлены типы воды в родниках О.А. Алекину IIIа, IIа, по катионам натриево-магниево-кальциевые (Na-Mg-Ca), кальциевые (Ca). С целью просветительской деятельности источники должны быть оборудованным плакатами с данными химического состава и целями применения, и популярными объяснениями как с положительными, так и с отрицательными сторонами возможности использования воды из данного источника.

Список литературы

1. ГОСТ Р51232-98 «Вода питьевая». М.: Стандартинформ, 2002. 106 с.

2. Myazina N.G. Underground waters of salt-dome basins: a case study of the Caspian depression and its nothern surroundings (Volga-Ural Anteclise and Pre-ural foredeep) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 817. 012071. DOI: 10.1088/1755-1315/817/1/012071.

3. Myazina N.G., Savilova E.B. Hydrogeochemical characteristics of fresh waters in the springs of salt dome territories of the Cis-Urals region // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2022. 012007. DOI: 10.1088/1755-1315/1010/1/012007.

4. Мязина Н.Г., Гусь А.А. Геохимия родников с пресной водой в степях Евразии на примере Оренбургской области // Степи Северной Евразии: Материалы IX Междунар. симпозиума. Оренбург: ОГУ, 2021. С. 589-593.

5. Мязина Н.Г., Савилова Е.Б. Экологическое значение качества источников родниковых вод хозяйственно-питьевого назначения для человека на примере районов Оренбургской области // Вестник Пермского университета. Геология. 2023. Т. 22. № 3. С. 288-295.

УДК 581.5(571.5)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-870-874

ПАЦИФИКА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СТЕПЕЙ И ПРЕРИЙ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

THE PACIFIC AND ITS INFLUENCE ON THE FORMATION OF VEGETATION OF STEPPES AND PRAIRIES IN THE SOUTH OF EASTERN SIBERIA

Намзалов Б-Ц.Б.[1,2]
Namzalov B-Ts.B.[1,2]

[1]Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, Улан-Удэ, Россия
[2]Бурятский НИИ сельского хозяйства СФНЦА РАН, Улан-Удэ, Россия
[1]Banzarov Buryat State University, Ulan-Ude, Russia
[2]Buryat Research Institute of Agriculture, Siberian Federal Research Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences (SFSCA RAS), Ulan-Ude, Russia

E-mail: namzalov@rambler.ru

Аннотация. Территория приселенгинской Бурятии на юге Восточной Сибири, примыкающая к бассейну Амура, относится по флористическому районированию Дауро-Маньчжурской провинции ВосточноАзиатского подцарства Голарктического царства. Бассейн Амура по глобальным климатическим градиентам от континентальной Прибайкальской части до Притихоокеанической дифференцируется на три сектора – Базовая, Активная и Периферическая. Базовая окраинно-материковая область находится в зоне непосредственного океанического влияния, обуславливающая высокую влагообеспеченность растительности, при господстве хвойно-широколиственных лесных, лугово-болотных типов. Наиболее глубоко «океаническая воронка» Пацифики по створу бассейна Амура достигает вглубь континента до Селенгинской Даурии. Это выражается в высшей степени самобытности растительного покрова притоков бассейна Селенги – долины рек Хилка, Уды, Чикоя, Темника и Джиды. Джидинская долина, послужившая своеобразным фильтром, улавливающим атмосферные потоки ДВ муссона, составляет форпост Даурских прерий в бассейне Селенги. Фрагменты растительности прерий в южной приселенгинской Бурятии наиболее ярко выражена в низовьях долины Джиды и представлены тремя ландшафтно-фитоценотическими рефугиями – Сельгерьским, Дзэлтэрским и Армак-Алцакским. Этот феномен выражается не только в особенностях флоры, но и структуре растительности в составе которой характерны особые типы (флороценотипы) растительности наряду со степями, лесными и лесостепными ландшафтами на водоразделах. К таким самобытным типам относятся: заросли листопадных ксерофитных кустарников – Харганат, Псаммофитон и Даурская прерия. В ландшафтах южной Приселенгинской Бурятии, приуроченной периферической области воздействия ДВ муссона, сохранились рефугии Даурских прерий. К характерным видам флористического комплекса прерий относятся *Bupleurum scorzonerifolium, Scabiosa comosa, Filifolium sibiricum, Lespedeza davurica, Saposhnikovia divaricata, Lilium pumilum, Delphinium grandiflorum, Artemisia messerschmidtiana* и другие. Однако, до сих пор нет сведений об их ценотической роли в растительности и фундаментальных отличиях растительных сообществ Даурских прерий от горных степей Забайкалья.

Ключевые слова*:* вид, сообщества, прерия, степь, Селенгинская Даурия, Пацифика.

Abstract. The territory of transselenginsk Buryatia in the south of Eastern Siberia, adjacent to the Amur basin, belongs according to the floristic zoning of the Dauro-Manchurian province of the East Asian sub-kingdom of the Holarctic kingdom. The Amur basin is differentiated into three sectors according to global climatic gradients from the continental Baikal part to the Pacific part – Basic, Active and Peripheral. The basic central continental region is located in a zone of direct oceanic climate, which determines the air moisture supply of vegetation, with the dominance of coniferous- broadleaf forest, meadow-swamp types. The deepest "ocean funnel" of the Pacific along the Amur basin reaches deep into the continent to the Selenginsk Dauria. This is expressed in the highest degree of originality of the vegetation cover of the tributaries of the Selenga basin – the valleys of the Khilka, Uda, Chikoya, Temnik and Dzhida rivers. The Dzhida Valley, which served as a kind of filter that captures the atmospheric flows of the Far East monsoon, forms an outpost of the Daurian prairies in the Selenga basin. Fragments of prairie vegetation in southern Buryatia near Selenga are most clearly expressed in the lower reaches of the Dzhida valley and are represented by three landscape-phytocenotic refugias – Selgersky, Dzeltersky and Armak-Altsaksky. This phenomenon is expressed not only in the characteristics of the flora, but also in the structure of vegetation, which is characterized by special types (florocenotypes) of vegetation along with steppes, forest and forest-steppe landscapes on watersheds. These distinctive types include: thickets of deciduous xerophytic shrubs – Kharganat, Psammophyton and Daurian prairie. In the landscapes of southern transselenginsk Buryatia, confined to the peripheral area of influence of the Far Eastern monsoon, refugia of the Daurian prairies

have been preserved. The characteristic species of the prairie floristic complex include *Bupleurum scorzonerifolium, Scabiosa comosa, Filifolium sibiricum, Lespedeza davurica, Saposhnikovia divaricata, Lilium pumilum, Delphinium grandiflorum, Artemisia messerschmidtiana* and others. However, there is still no information about their coenotic role in vegetation and the fundamental differences between the plant communities of the Daurian prairies and the mountain steppes of Transbaikalia.

Key words: Species, communities, prairie, steppe, Selenginsk Dauria, Pacifica.

Введение. Восточная Сибирь (ВС) – экотон планетарной значимости на рубеже бореальной и аридной областей Евразии. В ряду солярной зональности территория составляет рубеж между таежно-лесными и пустынно-степными биомами Голарктики. В системе меридиональной зональности – это переходная полоса на стыке ультраконтинентального Восточносибирско-центральноазиатского и умеренно-континентального Восточноазиатского секторов Палеарктики. Уникальность территории заключается в том, что юг Восточной Сибири в этом ряду занимает особое положение и это связано с тем, что здесь одним из главных факторов, дифференцирующим растительный покров, является Тихоокеанский муссон [1].

Несомненно, справедливы утверждения авторов, что «*наиболее сильно муссон сказывается в приморских районах, но ослабевает по мере продвижения на запад. Западный предел действия Тихоокеанского муссона – Забайкалье… Но абсолютным пределом для Тихоокеанского муссона на западе является и являлся в прошлом меридиан озера Байкал*» (*http://ukhtoma.ru/geobotany/arc_01.htm*). Буферное положение ВС отражается на особенностях флоры и растительности, обуславливая ее сложность и неординарность, что в какой-то мере выражаются маркерными видами в различных секторах ДВ муссона *(рисунок 1)*.

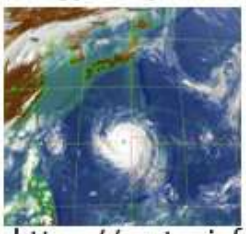
<table>
<tr><td colspan="5">Бассейн Амура на протяжении – от континентальной (юг Восточной Сибири) до литоральной Притихоокеанической)</td></tr>
<tr><td><u>Провинции</u>:1– Селенгинская Даурия; 2– Маньчжурская; 3– Прихинганская; 4– Курило-Хоккайдская; 5- Хасанско-Корейская [1]</td><td colspan="3">
</td><td>Тайфун «Суолик»

https://meteoinfo.ru/novosti/7334-15072013-lr-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Мера воздействия Пацифики (МВП), в %</td><td colspan="3">Области воздействия ДВ муссона</td><td rowspan="3">Тайфун – очаг зарождения ДВ муссона (Пацифики)</td></tr>
<tr><td>Периферическая</td><td>Активная</td><td>Базовая</td></tr>
<tr><td>5-10% (15)</td><td>50-85% (90)</td><td>80-90% (100)</td></tr>
<tr><td>Характерные виды растений, маркирующие МВП</td><td>Bupleurum scorzonerifoli-um, Filifolium sibiricum, Scabiosa como-sa, Lespedeza davurica, Lilium pumilum</td><td>Clematis hexapetala, Scutellaria baicalensis, Allium spirale, Paeonia lactiflora, Quercus mongolica, Platycodon grandiflorum, Aster maackii</td><td>Tilia amuresis, Acer mono, Ulmus propi-nqua, Securinega suffruticosa, Euonymus sac-rosantha, Zizania latifo-folia</td><td></td></tr>
</table>

Рисунок 1. Фитогеографическое рубежи влияния Пацифики (Дальневосточного муссона) по меридиональному створу бассейна р. Амур.

Результаты исследований и их обсуждение. Бассейн Амура по глобальным климатическим градиентам от континентальной Прибайкальской части на юге ВС до Притихоокеанической дифференцируется на три сектора – Базовая, Активная и Периферическая. Базовая окраинно-материковая область находится в зоне непосредственного океанического влияния преобладающих воздушных масс на континент (Сихотэ-Алинь), обуславливающие высокую влагообеспеченность растительности, при господстве хвойно-широколиственных лесных, лугово-болотных типов. Характерными элементами флоры являются: *Tilia amurensis* Rupr*., Acer mono* Maxim*., Ulmus laciniata* (Traurv.) Mayr*, Securinega suffruticosa* (Pall.) Rehder*, Euonymus sacrosancta* Koidz*., Zizania latifolia* (Griseb.) Starf. (*рисунок 1*). Базовой и Активной зонах Пацифики осадки нередко сопровождаются ливнями, в то время как в Периферической зоне обычны позднелетне-осенние (август-сентябрь) осадки, носящие затяжной моросящий характер от 3 и более дней. Однако, к концу прошедшего столетия таких метеоявлений с осадками стали редкими и можно сказать прекратились. Вероятно, это является отражением динамических процессов на отношениях континент – океан, в Колесников частности бассейна Амура и Охотской впадины Тихого океана [2]

Наиболее глубоко «океаническая воронка» Пацифики по створу бассейна Амура достигает вглубь континента до Селенгинской Даурии. Влияние Тихого океана, влагонесущих ее фронтов редко достигает на западе до меридиана Енисея, лишь эпизодически проникая до окраин Кулундинских степей Западной Сибири. Замечательным маркером, обозначающим этот феномен, являются ряд находок уникальных популяций володушки козелецелистной (*Bupleurum scorzonerifolium* Willd.) в ковыльных степях Алей-Карасукского междуречья.

Джидинская долина, послужившая своеобразным фильтром, улавливающим и втягивающим атмосферные потоки ДВ муссона, составляет форт пост Даурских прерий в бассейне Селенги. Фрагменты растительности прерий в южной приселенгинской Бурятии наиболее ярко выражена в низовьях долины Джиды и представлены тремя ландшафтно-фитоценотическими рефугиями – Сельгерьским, Дзэлтэрским и Армак-Алцакским. Последние являются уникальными проявлениями флоро-ценотических комплексов Даурских прерий на западных рубежах муссонной растительности ДВ на юге Восточной Сибири.

Как известно, в филоценогенезе растительности Евразии и глобальных миграционных явлениях на континенте помимо великого орографического пояса Азии в обмене флор важнейшими являются трансконтинентальные воздушные фронты – Пацифического и Атлантического, климатический водораздел которых прослеживается по меридиану Байкала. Так, например, западными рубежами распространения даурских видов служат горы и долины Селенгинского среднегорья. Это виды родов *Lespedeza* Michx*., Filifolium* Kitam*., Saposhnikovia* Schischk*., Cymbaria dahurica* L*., Carex korshinskyi* Kom. и другие встречающиеся как в степях и сообществах прерий. В предгорьях Хамар-Дабана и в долинах Прибайкалья находим локусы самого глубокого проникновения на восток западных степных и лесостепных элементов, в их числе *Stipa pennata* L*., Carex supina* Willd. ex Wahlenb*., Rosa majalis* Herrm*., Scabiosa ochroleuca* L*., Matricaria perforata* Merat. и т.д.

Однако, роль и значение Пацифики – ДВ муссона в формирование растительности при-Селенгинской Бурятии Западного Забайкалья трудно переоценить. Прежде всего это выражается в высшей степени самобытности растительного покрова притоков бассейна Селенги, рек - Хилок, Уда, Чикой, Темник и Джида. Несмотря на то, что долины этих рек не относятся бассейну Амура, состав и структура их растительности отличаются богатым разнообразием Даурских, Маньчжурских и даже Прихинганских видов *(рисунок 1)*. Этот феномен выражается не только в особенностях флоры, но и структуре растительности в составе которой характерны особые типы (флороценотипы), наряду со степями, лесными и лесостепными ландшафтами на водоразделах *(рисунок 2)*. К таким самобытным типам относятся: заросли листопадных ксерофитных кустарников – Харганат (по [3]), а также тип песчаной растительности – Псаммофитон и Даурская прерия *(рисунок 3).* Последний из них – наиболее слабоизученный тип несмотря на то, что о наличии растительности прерий в долине Селенги Монголии отмечал Р.В. Камелин [4]. Ранее о самобытной лесостепи Приханкайской и Зейско-Буреинской равнины ДВ с участием разнотравных прерий сообщают Б.Н. Колесников [5], Г.Э. Куренцова [6].



Рисунок 2. Житняково-ковыльная (*Agropyron cristatum* (L.) Beauv., *Stipa krylovii* Roshev.) дерновиннозлаковая степь в предгорьях хр. Худунский (Селенгинская Даурия). Фото Б-Ц. Б. Намзалова.

Совершенно справедливо Борис Николаевич Колесников отмечает, что «*лесостепь дальневосточных равнин вместе с родственной ей лесостепью северной части Северо-Восточного Китая и отчасти Даурии и Восточной Монголии слагают тип лесостепных ландшафтов, специфичный для восточной окраины Евразийского материка и формирующийся в условиях муссонного режима климата*» [5, с. 84]. И в ландшафтах южной приселенгинской Бурятии, приуроченной периферической области воздействия ДВ муссона сохранились рефугии Даурских прерий *(рисунки 1, 3)*. Однако, они трактовались как разнотравные степи в сочетании горными кустарниковыми группировками с доминированием *Prunus sibirica* L., *Spiraea aquilegifolia* Pall., *Ribes diacantha* Pall. и других [7-9]. В целом, во флоре степей Селенгинской Даурии достаточно широко представлены Восточноазиатские и Дауро-Маньчжурские виды [10]. К характерным видам данного флористического комплекса относятся – *Bupleurum scorzonerifolium, Scabiosa comosa* Fisch. ex Roem. et Schult., *Filifolium sibiricum* (L.) Kitam., *Lespedeza davurica* (Laxm.) Schindl., *Saposhnikovia divaricata* (Turcz.) Schischk., *Lilium pumilum* Delile, *Delphinium grandiflorum* L., *Artemisia messerschmidtiana* Bess. и другие *(рисунок 1)*. Однако, до сих пор нет сведений об их ценотической роли в растительности и фундаментальных отличиях растительных сообществ Даурских прерий от горных степей Забайкалья.



Рисунок 3. Разнотравно-скабиозово-володушковая (*Scabiosa comosa, Bupleurum scorzonerifolium*) прерия на террасах р. Алцак долины Джиды (Селенгинская Даурия). Фото М. Б-Ц. Намзалова.

Заключение. Как известно, Забайкалье разделено на две крупные природные территории – Восточно-Забайкальский (Читинский) и Западно-Забайкальский (Бурятской), находящиеся в разных секторах воздействия ДВ муссона. Восточное Забайкалье, территориально относящаяся к верхней части бассейна Амура, входит в полосу Активного воздействия муссона (*рисунок 1*, МВП – 50-85/90%). К числу характерных видов растений, формирующие прерии и харганаты Приаргунья, Хингана и Маньчжурии относятся *Scutellaria baicalensis* Georgi*, Allium spirale* Willd. ex Schlecht*., Paeonia lactiflora* Pall*., Lespedeza davurica, Prunus sibirica, Ulmus macrocarpa* Hance*, Ribes diacantha, Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb*., Platycodon grandiflorus* (Jacq.) A. DC*., Aster maackii* Regel и другие. О флористической близости Бурятской и Читинской частей Забайкалья писал М.А. Рещиков [11]. Однако, особенности территории Восточного Забайкалья, относящейся Активной зоне Пацифики, заключается в присутствии большего количества видов дальневосточной ориентации в составе травостоя, это *Iris mandshurica* Maxim*., Clematis hexepetala* Pall*., Tripogon chinensis* (Franch.) Hack*., Trommsdorffia crepidioides* (Miyabe et Kudo) Sojak и другие [12].

В целом, удивительно разнообразная и самобытная растительность Селенгинской Даурии на юге ВС получило обоснование в новой схеме ботанико-географического районирования Палеарктики в составе особого округа – Селенгинская Даурия, Дауро-Маньчжурской провинции ВосточноАзиатского подцарства Голарктического царства [13].

Список литературы

1. Галанин А.В., Беликович А.В. Восточноазиатская гумидная и Азиатско-Североамериканская аридная ботанико-географические дуги. [Электронный ресурс]. Наша Ботаничка. Владивосток, 2012. URL: http://ukhtoma.ru/geobotany/arc_01.htm (дата обращения: 05.02.2024).

2. Шатилина Т.А., Анжина Г.И. Изменчивость интенсивности дальневосточного муссона в 1948-2010 гг. // Известия ТИНРО. 2011. Т. 167. С. 146-159.

3. Беликович А.В., Галанин А.В. Забайкальский харганат как тип растительности // Комаровские чтения. Вып. 52. Владивосток: Дальнаука, 2006. С. 98-126.

4. Камелин Р.В. Флороценотипы Монгольской Народной Республики // Ботанический журнал. 1987. Т. 72. № 12. С. 1580-1594.

5. Колесников Б.П. Очерк растительности Дальнего Востока. Хабаровск: Хабаровское книжное изд-во, 1955. 104 с.

6. Куренцова Г.Э. Растительность Приханкайской равнины и окружающих предгорий. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 139 с.

7. Куминова А.В. Степи Забайкалья и их место в ботанико-географическом районировании Даурии // Тр. Биолог. Института Томского государственного университета им. В.В. Куйбышева. 1938. Т. V. С. 87-130.

8. Пешкова Г.А. Растительность Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск: Наука, 1985. 145 с.

9. Дулепова Б.И. Особенности флоры и растительности Даурской лесостепи. Чита: Изд-во ЗабГПУ им. Н.Г. Чернышевского, 2004. 82 с.

10. Пешкова Г.А. Степная флора Байкальской Сибири. М.: Изд-во Наука, 1972. 207 с.

11. Рещиков М.А. К вопросу об истории степной растительности Забайкалья и геоботаническом районировании // Естественные пастбища Забайкалья и приемы повышения устойчивости растений к засухе и холоду. Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1971. С. 71-82.

12. Намзалов Б.Б. Важнейшие узлы биоразнообразия и фитогеографические феномены горных степей Южной Сибири // Аридные экосистемы. 2021. Т. 27. № 3(88). С. 24-36.

13. Камелин Р.В. Монголия на карте ботанико-географического районирования Палеарктики // Turczaninowia. 2010. № 13 (3). С. 5-11.

УДК 591.551
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-875-882

ПОЛОВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ И РАЗМНОЖЕНИЕ ОБЫКНОВЕННОЙ СЛЕПУШОНКИ (*ELLOBIUS TALPINUS*) В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

POPULATION STRUCTURE AND REPRODUCTION OF THE NORTHERN MOLE VOLE (*ELLOBIUS TALPINUS*) IN THE SARATOV REGION

*Наумова А.Е.[1], Никонова В.Р.[2], Бергалиев А.М.[1]
Naumova A.E.[1], Nikonova V.R.[2], Bergaliev A.M.[1]

[1]Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
[2]Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия
[1]St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia
[2]Russian State Pedagogical University named after A.I. Herzen, St. Petersburg, Russia

E-mail: *newtty@yandex.ru

Аннотация. Популяционные исследования подземных грызунов представляют огромный интерес для исследователей. Важным элементом популяционных и этологических исследований животных со сложной возрастной структурой является прижизненное определение возраста. До недавнего времени определение возраста грызунов производилось преимущественно методами, предполагающими умерщвление животного. В этой работе возраст всех взрослых животных был определен неинвазивно, при помощи анализа рентгеновских снимков щечных зубов.

Обыкновенная слепушонка подземный грызун, обладающий большой продолжительностью жизни. В нашем исследовании примерно определены сроки и возраст размножающихся самок, а также половозрастной состав популяции в Саратовской области.

Ключевые слова: подземный образ жизни, обыкновенная слепушонка, определение возраста, рентген, щечные зубы, половозрастная структура, размножение.

Abstract. Population studies of subterranean rodents are of great interest to researchers. An important element of population and ethological studies of animals with a complex age structure is the vital determination of age. Until recently, age determination of rodents has been done primarily by methods that involve killing the animal. In this work, the age of all adult animals was determined non-invasively by analyzing X-rays of cheek teeth.

The northern mole vole is a subterranean rodent with a longlifespan. Our study approximately determined the timing and age of breeding females, as well as the gender and age composition of the population in the Saratov region.

Key words: subterranean lifestyle, northern mole vole, age determination, X-ray, cheek teeth, gender and age structure, reproduction.

Введение. Популяционные исследования животных, ведущих облигатно-подземный образ жизни, несмотря на растущий интерес к этим видам, зачастую осложнены условиями их обитания [1-5]. К характерным особенностям подземной среды относятся стабильность температурных условий, изолированность, ограниченный обмен веществом и энергией с другими средами.Подобные уникальные условия окружающей среды не могли не оказать влияния на живущие в ней виды. Так, для грызунов, ведущих облигатно-подземный образ жизни, свойственно наличие нескольких общих характеристик: сниженный иммунитет, склонность к социальности, низкая плодовитость, незрелорождение, растянутость во времени разных жизненных стадий, а также большая продолжительность жизни [6-9].

Для многолетних популяционных и поведенческих исследований подземных грызунов, с учетом их большой продолжительности жизни и сложной возрастной структуры, важную роль играет прижизненное определение возраста, позволяющее сохранить состав семейных групп. Ранее для оценки возраста у мелких грызунов традиционно применяли методы, предполагающие умерщвление (по уровню изношенности щечных зубов [10-14]). Прижизненные методы определения возраста были менее распространены, а, кроме того, зачастую имели низкую точность [15-17], или были применимы только до определенного возраста [18-20].

Обыкновенная слепушонка (*Ellobius talpinus*) – представитель подсемейства *Arvicolinae*, известного широкой вариативностью поведенческих стратегий. Это высоко

специализированный подземный вид с фрагментированным ареалом, распространенный в умеренных широтах Палеарктики от юга Украины до севера Китая и юго-востока Монголии [21]. Слепушонки живут крупными семьями, численностью в 2-19 особей. В большинстве случаев, в семью входят размножающиеся особи и несколько поколений их потомков [22]. Этот вид представляет большой интерес для исследований из-за комбинации особенностей, обусловленных проживанием в подземной среде обитания, и неоднородности демографических показателей для различных популяций. К примеру, в большинстве популяций незначительно преобладают самцы [23]. Однако, в популяции на периферии ареала, в среднем, численно преобладают самки [24]. Аналогичная ситуация наблюдается с сроками жизни. В периферийной популяции не встречались особи старше двух лет, в то время как в популяции, находящейся ближе к центру ареала, возраст некоторых животных превышал шесть лет [22, 24]. Сроки размножения также варьируются по всему ареалу [24].

Традиционные методы, предполагающие регулярное изымание части особей из популяции, не позволяют совершать многолетние достоверные наблюдения. Для максимальной сохранности популяции в естественном виде предпочтительны неинвазивные методы исследования, в том числе, для оценки возраста.

Цель исследования: используя неинвазивные методы оценки возраста, описать примерные сроки размножения и половозрастную структуру обыкновенной слепушонки в Саратовской области.

Материалы и методы

Сбор полевых данных. Исследование проводилось в Саратовской области, в четырех километрах к западу от села Дьяковка (50.71°N, 46.71°E). Данная работа основана на материале, собранном в 2021-2023 гг. в течение 9 сессий отловов: 17-24.05.2021; 16-19.07.2021; 23.08-05.09.2021; 16-28.05.2022; 15.07-07.08.2022; 26.09-01.10.2022; 17.06-03.07.2023; 08-22.08.2023; 27.09-05.10.2023. На площади около 25 га производился отлов и мечение животных. Поимку животных осуществляли в спиральные живоловки ([25] с модификациями). В день выбирались несколько жилых нор с явными признаками активности. Ловушку помещали в нору и проверяли каждые 15 минут. При первом вылове каждое животное метили ампутацией пальцев и, начиная с весны 2023 г., чипировали (1,25×7 mm StarSecurity Technologies Co., Shanghai, China). Для каждого животного отмечались точные координаты места поимки, пол, состояние меха (ювенильный серый, взрослый бурый или в состоянии возрастной линьки), вес с точностью до 0,1 г, у самцов – состояние семенников (хорошо заметные/незаметные), а у самок – состояние влагалища (открыто/закрыто), явные признаки беременности (живот увеличен, наличие эмбрионов подтверждается пальпацией), лактации в момент отлова или в недавнем прошлом (увеличенные, но подсохшие соски). Кроме того, для предварительной оценки возраста особи измерялась совместная ширина верхних резцов при помощи электронного штангенциркуля с точностью до 0,01мм [19]. В некоторые сессии отловов в рамках параллельного исследования проводили запись акустических сигналов слепушонок.

Начиная с мая 2022 года к вышеописанным процедурам добавили рентгенографию для прижизненной оценки уровня изношенности щечных зубов и оценки возраста животных. Для этого животное помещали в пластиковую пробирку (Falcon, 50 мл) с отрезанным дном и фиксировали в неподвижном состоянии при помощи губки. Рентгеновские снимки черепа в сагиттальной плоскости получали с помощью портативного рентгеновского аппарата (Rexstar LCD, Korea) и визиографа (EzSensor 1.5, Vatech), фиксируя пробирку с животным на установке-штативе.

Мы стремились отловить всех членов семейной группы. По этой причине пойманных животных не выпускали обратно, а помещали в ведра, предоставив им корм и укрытие, и содержали до вечера. В конце дня всех слепушонок выпускали точно в том же месте, где они были пойманы. При отсутствии признаков активности ловушки оставались внутри норы не менее часа после последнего вылова животного. Всего за это время было выловлена и помечена 351особь. В 2021 г. было поймано 79 (59,4%) самцов и 54 самки, в 2022 г. – 87 (60%) самцов и 58 самок, а в 2023 г.–70 (51,5%) самцов и 66 самок. Многие животные ловились несколько раз в разные годы.

Определение возраста и возрастные категории. Имеющиеся данные о развитии в неволе обыкновенной слепушонки [16], а также данные о развитии близкого вида *E. Tancrei* [19] позволяют сказать, что животные с совместной шириной резцов менее 3,15 мм надежно идентифицируются как сеголетки (возрастная категория 1). Среди них зверьки с ювенильным

мехом, весом 18-25 г и шириной резцов до 2,60 мм могут иметь возраст не более 35 дней; животные с сероватым мехом, массой тела до 40 г и шириной резцов до 3 мм – возраст 40±10 дней. Информация о датах их отловов использована для выявления оценочных сроков начала и окончания размножения.

Благодаря повторным отловам животных, помеченных в предшествующие годы, часть особей, пойманных в 2022 и 2023 гг., могла быть отнесена к одной из двух возрастных категорий: особи, пережившие одну зиму, т.е. пойманные впервые год назад как сеголетки (возрастная категория 2), и особи, пережившие две зимы или более, т.е. пойманные 2 года назад, независимо от их возраста при первом отлове (возрастная категория 3).

На основе анализа рентгеновских снимков, полученных от 86 особей, возрастная категория которых известна, был разработан метод оценки возраста по высоте синклинальных складок на коронке первого верхнего (1) и первого нижнего (2) моляров *(рисунок 1)*.

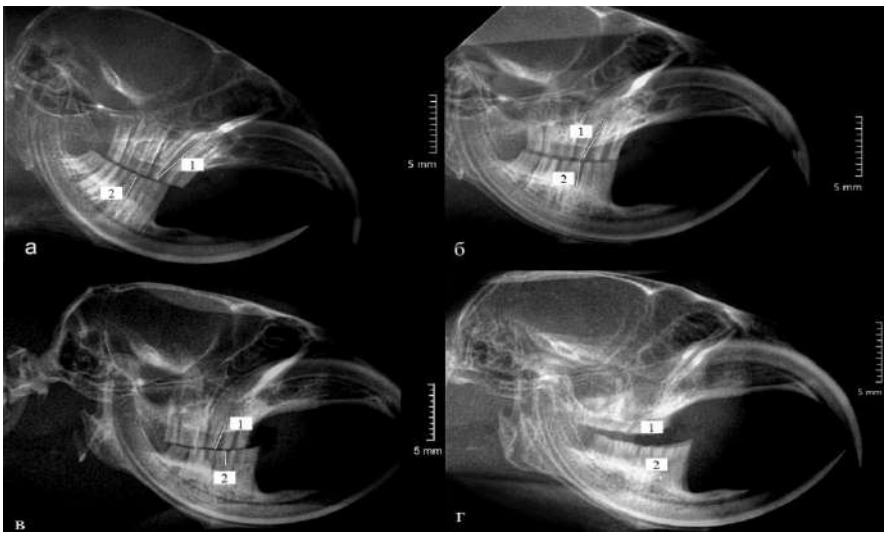


Рисунок 1. Рентгенограмма черепов обыкновенных слепушонок трех разных возрастных категорий: А – первая возрастная категория (сеголетки); Б – вторая возрастная категория; В, Г – третья возрастная категория (пережившие две и более зимы). Синклинальные складки (1)первого верхнего и (2) первого нижнего моляров.

Дискриминантный анализ, проведенный на обучающей выборке, включающей в себя снимки животных известных возрастных категорий, показал высокую точность классификации (99%). Точность при кросс-валидации методом leave-one-out составила 97% (детали см. Nikonova et.al., сдано в печать).

В данной работе мы применили модель, полученнуюс помощью дискриминантного анализа на обучающей выборке, для определения возрастных категорий 81 особи возраст которых был нам неизвестен.

Анализ данных. Для характеристики репродуктивной активности в популяции использовались данные всех сессий отловов. Беременность у обыкновенной слепушонки длится около 30 дней, и приблизительно столько же продолжается лактация, причем грудные соски самки остаются увеличенными еще в течение 5-10 дней [16, 26, Сморкачева, неопубл.]. На основе этих данных ретроспективно определялись примерные сроки начала и окончания размножения.

Для анализа половозрастной структуры были использованы только данные о тех животных, возрастная категория которых была подтверждена методом рентгенографии и определялась с постериорной вероятностью >0,8. В анализ не включались животные, для которых не было получено снимков, даже если их возраст был известен, поскольку это привело бы к значительному сдвигу в пользу сеголеток, легко определяемых по внешним признакам.

Половозрастной состав популяции анализировался отдельно для каждой из трех сессий отловов с июня по сентябрь 2023 г., т.к. только в эти периоды мы получили достаточное число качественных рентгенограмм, на основе которых определяли возрастные категории. В анализы для сессий за июнь-июль и август вошли не только животные, выловленные в данные сессии, но и особи, присутствовавшие и в предыдущую (май), и в последующую (сентябрь) сессии.

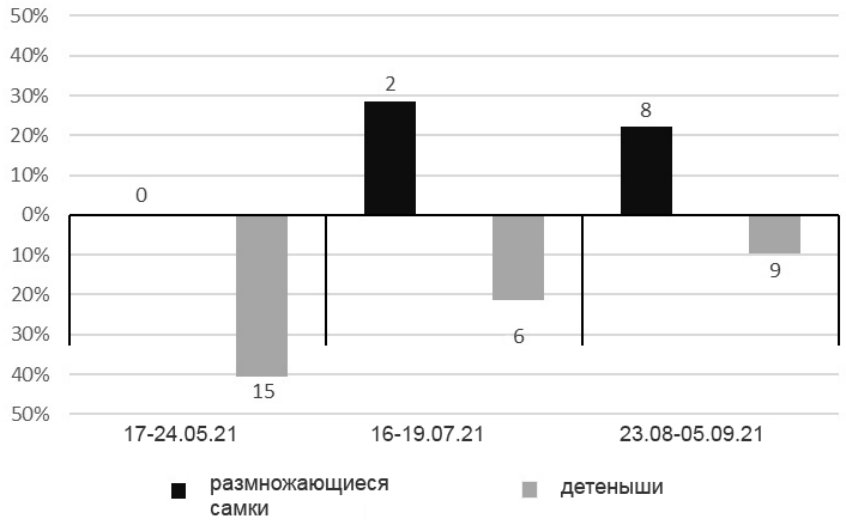
Результаты и обсуждение

Размножение. Во все сессии отловов, приходящиеся на период с мая по июль, исключая май 2021 г., нам встречались кормящие и беременные самки. Сеголетки встречались во все сессии отловов, исключая осенние. Самые старшие из сеголеток, пойманных в конце мая 2021 и 2022 гг. и в начале мая 2023 г. были не моложе 50-60 дней, и, следовательно, могли родиться в конце марта и в начале марта, соответственно. Это означает, что массовые зачатия происходили в феврале, т.е. в разгар зимы.

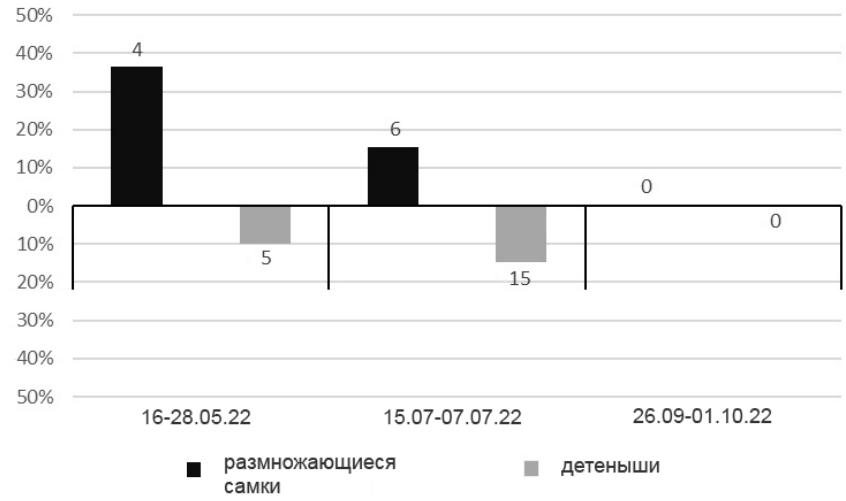
В 2021 г. последние зарегистрированные беременности приходились на середину июля, но кормящие самки, самки с признаками недавней лактации и детеныши весом 30-35 г в возрасте не более 35 дней встречались до первых чисел сентября *(рисунок 2, а)*. Это свидетельствует о том, что репродуктивный период продолжался до конца июля. В 2022 г. беременные самки встречались в отловах до середины июля; кормящие самки и детеныши младшего возраста – до конца июля *(рисунок 2, б)*. В 2023 году последняя беременная самка попалась в ловушку в середине июня, лактирующие самки и детеныши младшего возраста встречались до середины августа *(рисунок 2, в)*.

В 2021 г. из 41 взрослой самки размножалось 10 (24,3%); в 2022 г. из 46 взрослых самок размножалось 10 (21,7%), а в 2023 г. из 59 взрослых самок размножалось 9 (15,2%). Из 146 взрослых самок, пойманных за три года исследований, в размножении участвовало 29 (19,8%)

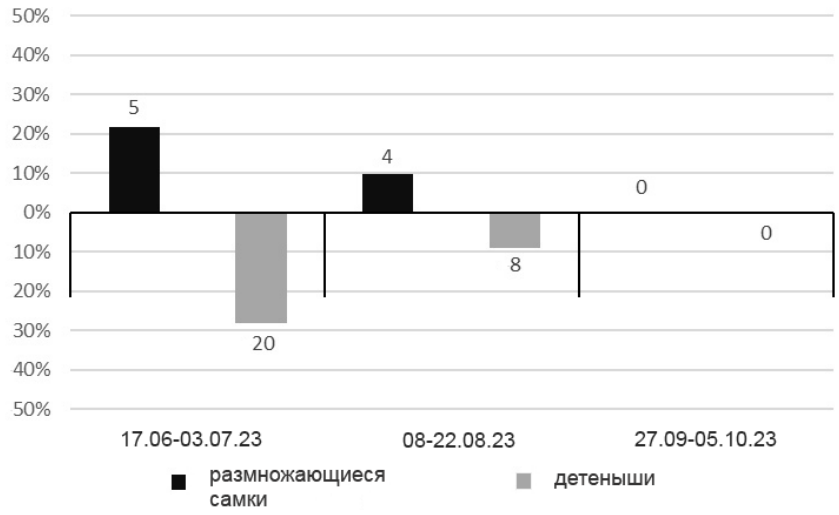
По данным за 2022-2023 гг., среди 11 размножающихся самок известной возрастной категории шесть (54%) относились к категории 3, четыре (36%) – к категории 2, и одна (10%) была сеголеткой.



а



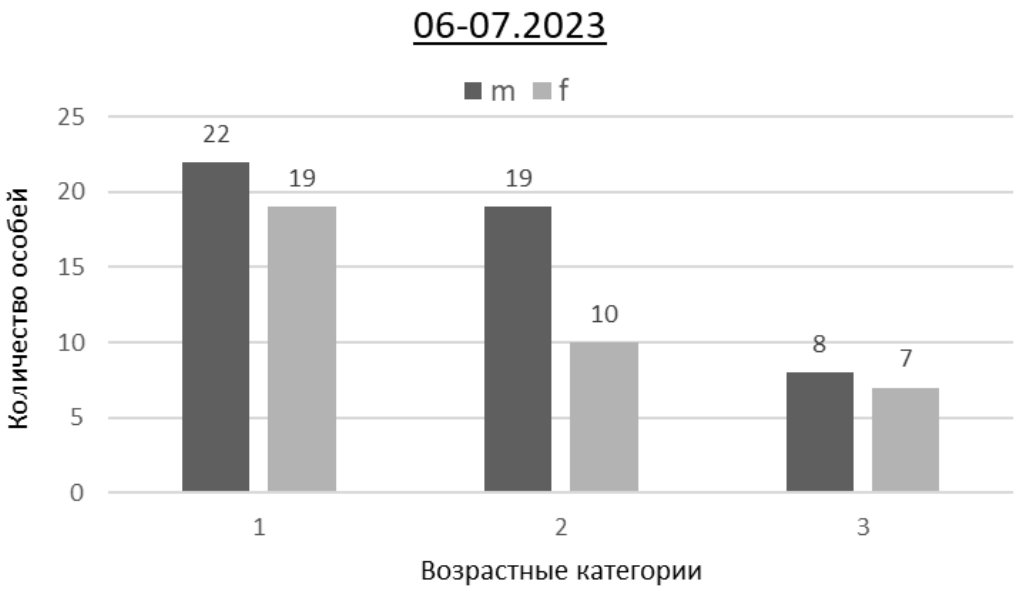
б



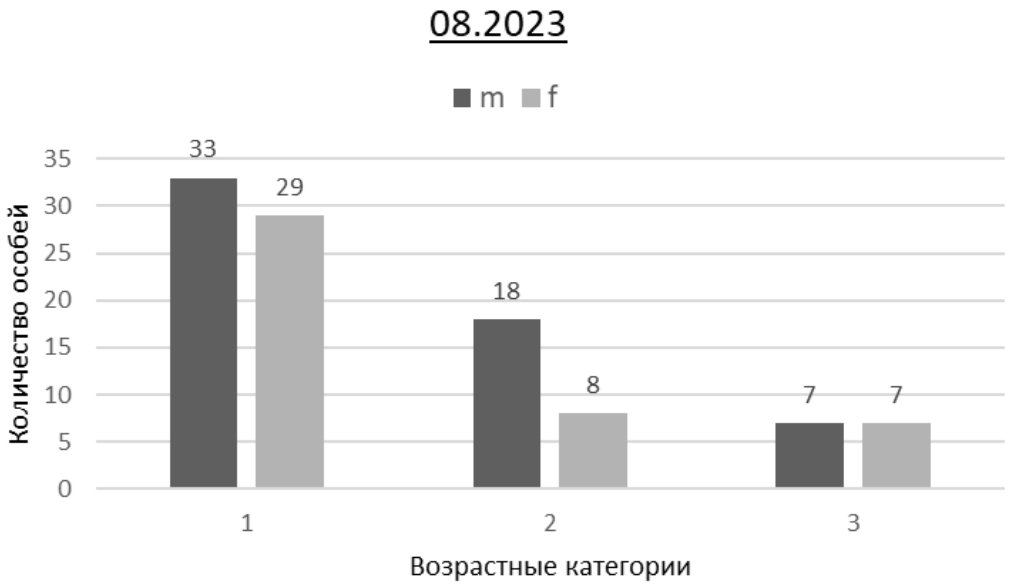
в

Рисунок 2. Динамика репродуктивной активности в 2021 (а), 2022 (б), 2023 (в) годах. По горизонтальной оси отложены сессии отловов. По вертикальной оси вверх отложены доли размножающихся самок (от всех пойманных самок, исключая детенышей), вниз – доли детенышей (от всех выловленных за сессию отловов животных).

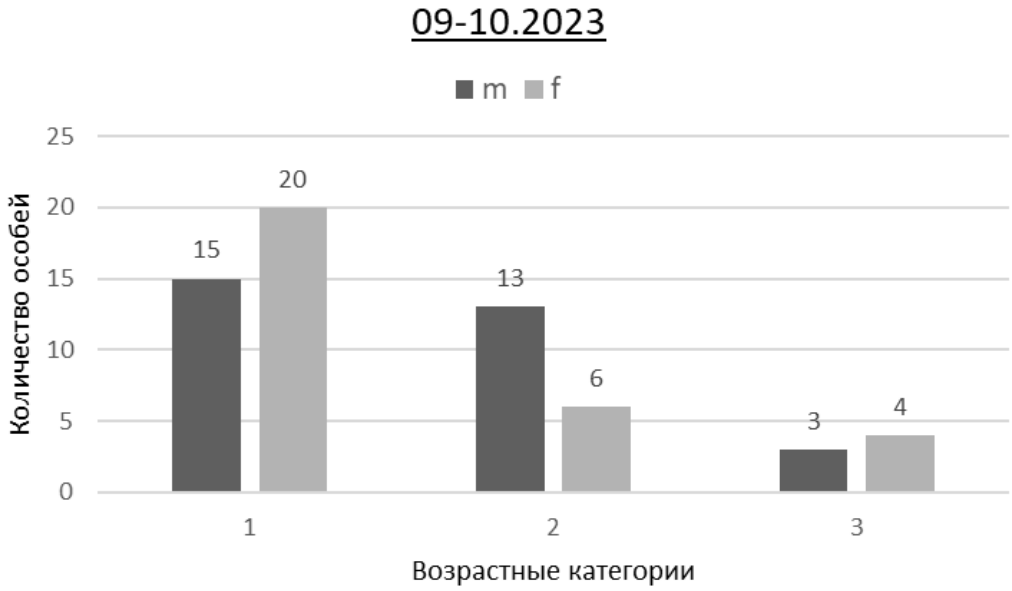
Половозрастной состав популяции. В целом, в популяции во все годы незначительно преобладали самцы (2021 г. – 59,4%, 2022 г. – 60%, 2023 г. – 51,5%). Анализ половозрастной структуры для выборки животных известной возрастной категории показал, что сдвиг в пользу самцов характерен главным образом для годовалых особей *(рисунок 3)*. Влияние возрастной категории на соотношение полов оказалось статистически незначимым ни для одной из трех сессий отлова 2023 г. (точный тест Фишера: 06-07.23, 08.23 и 09-10.23 p=0,57, 0,34 и 0,20 для сессий отлова 06-07.23, 08.23 и 09-10.23 соответственно).



а



б



в

Рисунок 3. Половозрастной состав популяции *E. Talpinus* в 2023 г. (данные для особей, возрастная категория которых установлена по рентгенограммам) а) 85 особей за 06-07.23; б) 102 особи за 08.23; в) 61 особь за 09-10.23.

Обсуждение

Размножение. По нашим данным, размножение обыкновенной слепушонки в Саратовской области может происходить с середины февраля до конца июля, но сроки размножения могут иметь межгодовую изменчивость. В некоторых местах размножение происходит в более сжатые сроки. Например,в центральных районах Казахстана слепушонки начинают размножение со второй декады мая и заканчивают в первой декаде июня [27]. На северо-восточном краю ареала (Искитимский район Новосибирской области) в естественных условиях размножение заканчивается к началу лета [24].

В Куртамышском районе Курганской области за 12 лет исследований в размножении участвовали только 39 взрослых самок (15,2%) из 256 [22]. В Искитимском районе Новосибирской области количество размножающихся самок от общего числа самок в весенних отловах в среднем составило (24,2±3,3) %. В Сузунском районе Новосибирской области количество размножающихся самок от общего числа самок составило (25,6±6,7) % [24].

Среди размножающихся самок наибольшую долю составляют особи третьей возрастной категории. В монографии Н.Г. Евдокимова отмечено, что наибольшим репродуктивным

потенциалом обладают самки первых четырех лет жизни. С возрастом их плодовитость увеличивается, соответственно, самым высоким репродуктивным потенциалом обладают самки четвертого года жизни [22]. В нашем случае понятен только нижний возрастной порог группы самок, обладающих наибольшим репродуктивным потенциалом. В работе Н.Г. Евдокимова и В.П. Позмоговой указано, что самки-сеголетки не принимают участия в размножении, хотя, согласно нашим данным, был один случай размножения самки-сеголетки [28, наши данные].

Половозрастной состав популяции. Наши результаты вполне согласуются с данными других исследователей. Многие исследователи отмечают, что в популяциях слепушонки, как правило, незначительно преобладают самцы (Оренбургская область – [29]; Центральный Казахстан – [27]; Башкирия, Челябинская область, Северный Казахстан – [30]; Алтайский край – [24]).

Из этой закономерности существуют несколько исключений. В популяции, живущей в Искитимском районе Новосибирской области, в среднем, преобладают самки (52,2±2,8%), однако статистически значимо общее соотношение полов не отличается от 1:1. Незначительное преобладание самок трактуется автором как компенсаторный механизм, вызванный пессимальными условиями, обусловленными близостью северо-восточной периферии ареала, косвенным свидетельством чему также является укороченный срок жизни относительно центральных популяций [24].

В Южно-Уральской степной популяции соотношение полов зависит от возрастных когорт. Среди сеголеток доля самцов составляет 44,4±1,3%, среди взрослых животных 54,6±0,5% [23].

Следует отметить закономерное преобладание количества самцов второго года жизни над количеством самок второго года жизни. Это обстоятельство, предположительно, может быть связано с повышенной смертностью самок второго возраста.

Благодарности. *Авторы выражают благодарность А.В. Сморкачевой, И.А. и Е.В. Володиным, М.М. Дымской, М.Д. Грибановой, П.С. Черепенко, М.Ю. Вдовиной, А.О. Федосову и Е.Д. Колосовой за помощь в сборе и обработке материала.*

Исследование было выполнено при поддержке гранта Российского Научного Фонда (проект № 23-24-00142).

Список литературы

1. Jianwei Z., Chengpeng J., Kechi D., Chu B., Liqing W., Limin H. Dynamic changes in the home range of the subterranean rodent *Myospalaxbaileyi* // Frontiers in Ecology and Evolution. 2022. Vol. 10. DOI: 10.10.3389/fevo.2022.1041322.

2. Šklíba J., Šumbera R., Chitaukali W.N., Burda H. Home-Range Dynamics in a Solitary Subterranean Rodent // Ethology. 2009. Vol. 115, Is. 3. P. 217-226. DOI: 10.1111/j.1439-0310.2008.01604.x.

3. Nevo E. Mosaic Evolution of Subterranean Mammals: Regression, Progression and Global Convergence. Oxford: OxfordUniversityPress, 1999. 413 p.

4. Nevo E. Adaptive Convergence and Divergence of Subterranean Mammals // Annual Review of Ecology and Systematics. 1979. Vol. 10. P. 269-308. DOI: 10.1146/annurev.es.10.110179.001413

5. Busch C., Antenucci C.D., del Valle J.C., Kittlein M.J., Malizia A.I.,Vassallo A.I. Population Ecology of Subterranean Rodents // Life Underground: The Biology of Subterranean Rodents / Lacey E. A., Patton J. I., Cameron G. N. (eds.),. Chicago: University of ChicagoPress. 2000. P. 183-226.

6. Braude S., Holtze S., Begall S., Brenmoehl J., Burda H., Dammann P., del Marmol D., Gorshkova E., Henning Y., Hoeflich A. et al. Surprisingly long survival of premature conclusions about naked mole-rat biology // Biological Reviews. 2021. Vol. 96. P. 376-393. DOI: 10.1111/brv.12660.

7. Bennett N.C., Faulkes C.G., Molteno A.J. Reproduction in Subterranean Rodents // Life Underground: The Biology of Subterranean Rodents / Lacey E. A., Patton J. I., Cameron G. N. (eds.). Chicago: University of ChicagoPress. 2000. P. 145-177.

8. Novikov E.A., Burda H. Ecological and evolutionary preconditions of extended longevity in subterranean rodents // Biology Bulletin Reviews. 2013. Vol. 3. P. 325-333. DOI: 10.1134/S2079086413040051.

9. Buffenstein R. The naked mole-rat: a new long-living model for human aging research // The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 2005. Vol. 60. Is. 11. P. 1369-1377. DOI: 10.1093/gerona/60.11.1369.

10. Евдокимов Н.Г. Методика определения возраста обыкновенной слепушонки *Ellobius talpinus* (Rodentia, Cricetidae) // Зоологический журнал. 1997. Т. 76. № 9. С. 1094-1101.

11. Евдокимов Н.Г. Постнатальный рост и развитие обыкновенной слепушонки в природных популяциях северо-западной части ареала // Экология. 2013. № 5. С. 345-355.

12. Клевезаль Г.А. Принципы и методы определения возраста млекопитающих. М.: КМК, 2007. 283 с.

13. Marks-Fife C.A., Forsman E.D., Dugger K.M. Age Distribution of Red Tree Voles in Northern Spotted Owl Pellets Estimated from Molar Tooth Development // Northwest Science. 2020. Vol. 93. Is. 3-4. P. 193-208. DOI: 10.3955/046.093.0304.

14. Елина Е.Е. Особенности морфофизиологических показателей обыкновенной слепушонки *Ellobius talpinus* степных биоценозов Южного Урала // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. 2013. № 2(6). С. 9-13.

15. Зубко Я.П., Остряков С.И. О размножении слепушонки (*Ellobius talpinus*) на юге Украины // Зоологический журнал. 1961. Т. 40. №. 10. С. 1577-1579.

16. Летицкая Е.П. Материалы по размножению и постнатальному развитию обыкновенной слепушонки *Ellobius talpinus* (Rodentia, Cricetidae) // Зоологический журнал. 1984. Т. 63. № 7. С. 1084.

17. Hulejová-Sládkovičová V., Žiak D., Miklós P., Kameniar O., Kocian Ľ. Age determination and individual growth rate of *Microtus oeconomus mehelyi* based on live-trapping // Biologia. 2019. Vol. 74. Is. 5. P. 487-492. DOI: 10.2478/s11756-018-00188-6.

18. Тупикова Н.В., Каледа Л.В. Определение возраста грызунов // Фауна и экология грызунов. 1957. № 5. С. 119-154.

19. Kuprina K.V., Smorkatcheva A.V. Noninvasive age estimation in rodents by measuring incisors width, with the Zaisan mole vole (Ellobiustancrei) as an example // Mammalia. 2018. Т. 83. №. 1. С. 64-69.

20. Caspar K.R., Stopka P., Issel D., Katschak K.H., Zöllner T., Zupanc S., Žáček P., Begall S. Perioral secretions enable complex social signaling in African mole-rats (*genus Fukomys*) // Scientific Reports. 2022. Vol. 12. Is. 1: 22366. DOI: 10.1038/s41598-022-26351-3.

21. Krystufek B., Shenbrot G. Voles and Lemmings (Arvicolinae) of the Palaearctic Region. Maribor: University of Maribor, University Press, 2022. 449 p. DOI: 10.18690/um.fnm.2.2022.

22. Евдокимов Н.Г. Популяционная экология обыкновенной слепушонки. Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 2001. 142 с.

23. Шевлюк Н.Н., Елина Е.Е. Биология размножения обыкновенной слепушонки *Ellobius talpinus*: монография. Оренбург: ОГПУ, 2008. 128 с.

24. Новиков Е.А., Петровский Д.В., Мошкин М.П. Особенности популяционной структуры обыкновенной слепушонки на северо-восточной периферии видового ареала // Сибирский экологический журнал. 2007. № 4. С. 669-676.

25. Голов Б.А. Ловушка-живоловка на слепушонку // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 1954. Т. 59. № 5. С. 95-96.

26. Задубровская И В., Задубровский П.А., Новиков Е.А. Репродуктивные характеристики обыкновенной слепушонки на северо-восточной периферии видового ареала // Экология. 2020. № 2. С. 119-124. DOI: 10.31857/S036705972001014X.

27. Шубин И.Г. Об экологии слепушонки в Центральном Казахстане // Зоологический журнал. 1961. Т. 40. № 10. С. 1543-1551.

28. Евдокимов Н.Г., Помозгова В.П. Горные и равнинные популяции обыкновенной слепушонки (Южный Урал и Зауралье) // Экология млекопитающих Уральских гор / под ред. О.А. Пястоловой. Екатеринбург: Наука, 1992. С. 100-119.

29. Елина Е.Е. Эколого-морфологическая характеристика размножения обыкновенной слепушонки *Ellobius talpinus* в степной зоне Южного Урала: Автореф. дис. … канд. биол. наук: 16.00.02, 03.00.16. Оренбург, 2006. 19 с.

30. Евдокимов Н.Г., Помозгова В.П. Сравнительная характеристика трех популяций обыкновенной слепушонки (Южный Урал, Зауралье, Сев. Казахстан) // Популяционная экология и морфология млекопитающих / под ред. Л.Н. Добринского. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. С. 103-112.

УДК 502.5
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-883-886

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ СТЕПНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

ABOUT SOME PROBLEMS OF STEPPE NATURE MANAGEMENT ON THE EXAMPLE OF THE ORENBURG REGION

Наурузова Н.С.
Nauruzova N.S.

Оренбургский институт (филиал) Университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА), Оренбург, Россия
Orenburg Institute (branch) Kutafin Moscow State Law University (MSAL), Orenburg, Russia

Email: naziranauruzova2@gmail.com

Аннотация. Данная статья посвящена рассмотрению некоторых проблем степного природопользования на примере Оренбургской области. Значительную часть территорий Оренбуржья составляют степи. Они образуют основу природной среды, являются важнейшим источником жизнедеятельности населения. Именно степи составляют базис российского сельского хозяйства. В то же время степные экосистемы особо нуждаются в правовой защите и охране, ввиду того, что степные экосистемы является наиболее уязвимыми и незащищенными компонентами окружающей среды. Долгое время законодатель не уделял должного правового внимания степным экосистемам, и нормы регулирующие правила степного природопользования лишь в малой степени осуществляли контроль и надзор за степепользователями. Поэтому видится необходимым введения специального Федерального закона, нормы которого будут направлены на охрану и восстановление степных экосистем, а также будет содержать ответственность за нарушение правил степного природопользования. Кроме того одной из актуальных проблем являются степные пожары. За последние годы наблюдается активизация пожаров, последствия от которых может привести к коренному переустройству степных биоценозов. Законодательство Российской Федерации содержит нормы за нарушение пожарной безопасности в лесах, не упоминая при этом степи. Поэтому в обязательном порядке необходимо ввести санкции за нарушение норм степного природопользования. Анализ действующего законодательства и судебной практики свидетельствуют о необходимости уделить должное внимание со стороны законодателя.

Ключевые слова: степи, степные экосистемы, проблемы, правовое регулирование.

Abstract. This article is devoted to the consideration of some problems of steppe nature management on the example of the Orenburg region. Steppes make up a significant part of the territories of Orenburg region, form the basis of the natural environment, and are the most important source of vital activity of the population. It is the steppes that form the basis of Russian agriculture. At the same time, steppe ecosystems are in particular need of legal protection and protection, due to the fact that steppe ecosystems are the most vulnerable and unprotected components of the environment. For a long time, the legislator did not pay due legal attention to steppe ecosystems, and the norms regulating the rules of steppe nature management only to a small extent carried out control and supervision of steppe users. Therefore, it seems necessary to introduce a special Federal law, the norms of which will be aimed at protecting and restoring steppe ecosystems, and will also contain responsibility for violating the rules of steppe nature management. In addition, steppe fires are one of the urgent problems. In recent years, there has been an intensification of fires, the consequences of which can lead to a radical restructuring of steppe biocenoses. The legislation of the Russian Federation contains only norms for violation of fire safety in forests, without mentioning the steppe. Therefore, it is imperative to impose sanctions for violating the norms of steppe nature management. Analysis of the current legislation and judicial practice indicate the need to pay due attention from the legislator.

Key words. Steppes, steppe ecosystems, problems, legal regulation.

Введение. На современном этапе развития общества и государства все чаще ставится вопрос об обеспечении конституционного права граждан на благоприятную окружающую среду. Данное право реализуется путем установления государственного регулирования правоотношений, возникающих в области взаимодействия человека с элементами окружающей среды: вода, воздух, земля, растительный, животный мир и т.д.

Одним из основных нормативных правовых актов, регулирующих данную область отношений, является Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [1]. Он регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием

на окружающую среду. Правовое регулирование отдельных природных ресурсов осуществляется Федеральными законами от 24.07.2002 г. № 101-ФЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» [2], от 29.12.2006 г. № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства» [3] и т.д., которые регулируют отношения в сфере владения, пользования и распоряжения земель сельскохозяйственного назначения. Вышеназванные правовые акты позволяют в той или иной мере выявить проблемные аспекты в правовом регулировании окружающей среды, в том числе ее отдельных компонентов.

Одним из наиболее значимых и необходимых компонентов окружающей среды являются степные экосистемы, особо нуждающиеся в правовом регулировании. Именно степные экосистемы сформировали природную основу, на которой базируется наибольшая доля сельского хозяйства Российской Федерации. Степные экосистемы является важнейшими отечественными производителями мяса, молока, шерсти и других продуктов растительного и животного происхождения. На степные регионы приходится не менее 85% всего российского урожая зерновых, более 70% поголовья крупного рогатого скота, производится более 90% овечьей и козьей шерсти [4].

Материалы и методы. Оренбургская область находится в самом центре европейско-казахстанского сектора степей Северной Евразии и Евразийского континента и занимает территорию 124 тыс. кв. км. Область имеет преимущественно широтное протяжение; включает целый ряд ландшафтных провинций, таких как Бугульминско-Белебеевская возвышенность и Общий Сырт лесостепного и степного Заволжья, Подуральское плато, Южный Урал, высокие равнины Зауралья и Тургайскую столовую страну. Земельный фонд области составляет 12,369 млн га, включая 10,842 млн га (87,6%) сельскохозяйственных угодий (для сравнения – лесной фонд занимает 0,575 млн га, 4,65%) [5].

Степи, составляющие большую часть территории Оренбургской области, играют важную роль в формировании и развитии сельского хозяйства и экологии в целом. Отдельные отношения по использованию степных экосистем особо нуждаются в упорядочении правового регулирования со стороны государства, поскольку пробелы в праве приводят к проблемам использования и охраны степных экосистем. Ввиду этого считаем необходимым проанализировать действующее законодательство Российской Федерации и выявить пути его совершенствования в целях дальнейшего сохранения степных экосистем.

Результаты исследований и их обсуждение. На начальном этапе определения правовых рамок регулирования в области сохранения и развития степных экосистем стоит заострить внимание законодателя на отсутствии специализированного правового акта, который был бы направлен на регулирование отношений в сфере охраны и развития степных экосистем, содержал четкий понятийный аппарат, структуру органов, осуществляющих контроль и надзор в данной области.

Как уже ранее отмечалось в работах Бакировой Р.Т. законодательно понятие «степи», «степные экосистемы», «степное биоразнообразие» не закреплено [6].

Термин «степи» упоминается лишь в некоторых подзаконных актах, однако понятие четко не раскрывается. В частности, в статье 115 Лесного кодекса упоминаются «степные зоны» как место, где искусственно созданы леса линейного типа, при этом смысл сводится к понятию ценные леса, не упоминая при этом степи. Данный пробел в праве зачастую приводит к коллизии и правовым неточностям, поскольку отсутствие понятия «степь» на законодательном уровне затрудняет его толкование на практике. Кроме того, «степь» не существует как отдельный объект правового регулирования – в законодательстве не содержится норма, которая бы, даже в минимальной степени, была направлена на правовое регулирование и охрану. Стоит отметить, что на протяжении долгого времени законодатель не уделял должного внимания регулированию степных экосистем. Поэтому формирование нормативной базы в данной области позволит развить государственную политику, направленную на последующее сохранение степей и более рациональному природопользованию степи как среды обитания.

Ввиду этого, видится необходимым внести изменения в некоторые правовые акты в части формирования правовой базы степных экосистем, а также разработке и введению Федерального закона «О правовом регулировании степных экосистем». С данной инициативой не раз выступали такие ученые как Конюхова И.А, Бакирова Р.Т, Алешкова И.А., Векшин А.А. и другие, однако дальнейшего развития это предложение не получило.

Целью введения в действие данного правового акта является сохранение степных экосистем, как наиболее уязвимых и нуждающихся в правовой охране категорий, а так же

развитие степного биоразнообразия, восстановление степей и установление ответственности за нарушение степного законодательства. Введение понятийного аппарата позволит обеспечить принцип правовой определенности, направленный на устранение неоднозначности, неточности, противоречивости, тем самым препятствуя ненадлежащему уяснению смысла и сущности данной категории. Кроме того, помимо введения понятийного аппарата считается необходимым отразить в данном правовом акте основные принципы. В частности, принцип законности, принцип рационального природопользования, принцип сохранения биоразнообразия и т.д. Это позволит установить основополагающие начала и положения, на которых будет базироваться правовое регулирование степей в целом. Помимо этого Федеральный закон будет определять правовой статус степепользователей, определяя их права и обязанности, а так же ответственность за нарушение степного законодательства. Ведь осуществление правового регулирования степных экосистем должно осуществляться с учетом сложившихся реалий на современном этапе развития степного комплекса, а так же относительно состояния степей в целом и характера их использования [7].

В настоящее время состояние степей находится не в удовлетворительном состоянии. Использование степей в сельскохозяйственных целях приводит к нарушению степного биома, земледельческое использование – к уничтожению степной экосистемы, пожары –к ветровой эрозии степных почв и деградации травяного покрова. Степные пожары представляют опасность для растительного и животного мира, поскольку это стихийное и неконтролируемое распространение огня, зачастую приводящее к жертвам.

За последние годы наблюдается активизация пожаров, последствия от которых может привести к коренному переустройству степных биоценозов. Степные пожары возникают мгновенно и за считанные минуты могут распространяться на достаточно большие территории степей, что негативно сказывается на степных экосистемах и окружающей среде в целом.

Так, по официальным данным ГУ МЧС России по Оренбургской области, с начала 2023 года на территории Оренбургской области произошло уже 785 возгораний сухой травы [8]. Пожары произошли на общей площади более 16 000 гектаров. По сравнению с аналогичным периодом прошлого года регистрируется рост числа пожаров в два раза. Активное возрастание частоты возникновения и распространения площадей степных пожаров предопределяют необходимость в правовом регулировании пожаров в степях.

Нормы, регулирующие ответственность за лесные пожары, содержатся в Кодексе об административных правонарушениях. В частности, статья 8.32 КоАП РФ предусматривает наложение административного штрафа для граждан в размере от тридцати до сорока тысяч рублей, для должностных лиц от сорока тысяч до пятидесяти тысяч, для юридических лиц от трехсот до пятисот тысяч рублей [9]. А так же, в качестве общей нормы, регулирующей нарушение требований пожарной безопасности, является ст. 20.4 КоАП РФ. Однако в указанных выше статьях не содержатся прямые указания на ответственность за нарушение правил именно степного природопользования. Данный пробел в праве необходимо устранить, путем введения дополнений в нормы КоАП РФ, а также путем введения в специальный Федеральный закон положений об ответственности за нарушение норм пожарной безопасности. Санкция за нарушение требований пожарной безопасности степного природопользования должна быть повышенной, поскольку последствия от пожаров наносят существенный вред степным биоценозам, что может привести к коренному переустройству экосистемы и окружающей среды в целом.

Помимо установления ответственности за нарушение правил пожарной безопасности следует предпринять меры по экологизации земельного законодательства. Это достаточный перспективный механизм сохранения степного биома, поскольку направлен на закрепление в нормативных правовых актах положений, регулирующих рациональное использование и сохранность земель степной экосистемы. В целях экологизации землепользования необходима дифференциация режимов использования земель в степной зоне [10].

Целевые региональные программы должны содержать мероприятия по охране степных экосистем с привлечением собственников занимаемых ими земельных участков. Законодательство должно быть направлено на осуществление поддержки природосберегающих форм хозяйства для сохранения окружающей среды и ее составных компонентов.

Так же в качестве одного из альтернативных способов по сохранению и развитию степной экосистемы следует выделить активное развитие экотуризма на территории Российской Федерации, в том числе в Оренбургской области. Степная зона Оренбуржья обладает

существенными туристско-рекреационными ресурсами и потенциалами. Территория Оренбургской области богата природными, историко-культурными ресурсами, природными заповедниками, что может являться основой развития лечено-оздоровительного, рекреационного, спортивного видов туризма в степных зонах [10]. Это будет во многом способствовать сохранению степного наследия Оренбургской области, что положительно скажется на окружающей среде в целом.

Активному развитию экотуризма и сохранению природных комплексов на территории Оренбургской области способствует Государственный природный заповедник «Оренбургский» [11]. Данный заповедник является природоохранным, научно-исследовательским и эколого-просветительским учреждением федерального значения, имеющим целью сохранение и изучение естественного хода природных процессов и явлений, генетического фонда растительного и животного мира, отдельных видов и сообществ растений и животных, типичных и уникальных степных экологических систем Заволжья, Южного Урала, Предуралья и Зауралья. Осуществление охраны природных территорий в целях сохранения биологического разнообразия и поддержания в естественном состоянии охраняемых природных комплексов, способствует развитию степной растительности. Объединенная дирекция данного заповедника активно развивает степной экотуризм, что положительно сказывается на развитии степной экосистемы и окружающей среды в целом.

Заключение. Анализ действующего законодательства позволил выявить ряд проблем в правовом регулировании степных экосистем. В то же время на практике возникает намного больше неразрешенных казусов, которые негативно сказываются на природных комплексах в целом. Нами видится необходимым разработать проект Федерального закона «О правовом регулировании степных экосистем», который в должной мере будет осуществлять правовое регулирование степных экосистем. В данном правовом акте будет содержаться понятийный аппарат, права и обязанности степепользователей, ответственность за нарушение степного законодательства. Кроме того, необходимо активно проводить мероприятия по просвещению граждан, развитию экотуризма. Это можно осуществить путем информирования населения в средствах массовой информации (СМИ), на радио, в газетах, в сети «Интернет». Необходимо развить в гражданах чувство долга и ответственности за развитие и сохранение степей, степных биоценозов и степного разнообразия. Ведь сам человек должен быть ответственен за природу и ее биологическое разнообразие.

Список литературы

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document (дата обращения: 20.11.2023)

2. Федеральный закон «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» от 24.07.2002. № 101 ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document (дата обращения: 20.11.2023).

3. Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства» от 29.12.2006 № 264-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru (дата обращения: 20.11.2023).

4. Катанасов С.М. О проблемах сохранения и восстановления степей в Оренбургской области // Степной бюллетень. 2011. С. 65-68.

5. Левыкин С.В., Казачков Г.В. Оренбуржье – эталонный степной регион России // Степной бюллетень. 2010. № 28. С. 24-29.

6. Бакирова Р.Т. Устранение пробелов и противоречий в законодательстве для сохранения степных экосистем (на уровне Российской Федерации и Оренбургской области) // Степной бюллетень. 2011. № 32. С. 69-71.

7. Конюхова И.А., Алешкова И.А., Векшин А.А., Даваева К.К., Мазков Е.Ю., Петренко О.В., Сафонов Э.В. Законодательство о степи – основа жизни и деятельности народов Евразии. Инновационный проект. М., 2008. С. 6.

8. Статистические сведения о чрезвычайных ситуациях, пожарах и их последствиях в Оренбургской области. URL: https://56.mchs.gov.ru/ (дата обращения: 24.11.2023).

9. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru (дата обращения: 24.11.2023).

10. Катанасов С.М. О проблемах сохранения и восстановления степей в Оренбургской области // Степной бюллетень. Новосибирск, 2011. С. 65-68.

11. Попова О.Б., Подосенова И.А. Туристско-инфраструктурный потенциал Оренбургской области // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 1. С. 170.

12. Объединенная дирекция государственных природных заповедников «Оренбургский» и «Шайтан-Тау». URL: https://orenzap.ru/ (дата обращения: 24.11.2023).

УДК 581.5.526.523
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-887-892

КЛАССИФИКАЦИЯ СООБЩЕСТВ ЯДОВИТЫХ РАСТЕНИЙ КАЛМЫКИИ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

CLASSIFICATION OF COMMUNITIES OF POISONOUS PLANTS OF KALMYKIA, THEIR CHARACTERISTICS

Нгуен Ван Зунг[1], Бананова В.А.[2], Лазарева В.Г.[3], Горяев И.А.[4]
Nguyen van Dung[1], Bananova V.A.[2], Lazareva V.G.[3], Goryaev I.A.[4]

[1]Университет Куанг Нам, Тэм Ки, Вьетнам
[2]Калмыцкий госуниверситет им. Б.Б. Городовикова, Элиста, Россия
[3]Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Россия
[4]Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия
[1]Kuang Nam university, Tam Ky, Vietnam
[2]Kalmyk state university, Elista, Russia
[3]Ukhta state technical university, Ukhta, Russia
[4]Komarov botanical institute RAS, Saint Petersburg, Russia

E-mail: [2]bananova2018@yandex.ru, [3]lazareva-vg@yandex.ru, [4]goriaev.arslan@yandex.ru

Аннотация. В Калмыкии широко представлены три формации сообществ ядовитых растений: Ephedreta distachyae, Anabaseta aphyllae, Peganeta harmalae. Определены закономерности их пространственного распространения, разработана эколого-фитоценотическая классификация, включающая 17 классов ассоциаций, 21 ассоциацию. Формация Anabaseta aphyllae приурочена к степной зоне суглинистым солонцеватым почвам. содержит 5 классов ассоциаций и 8 ассоциаций. Формация Peganeta harmalae предпочетает песчаные почвы в степной и пустынной зонах, включает 8 классов ассоциаций 8 ассоциаций с проективным покрытием в степной зоне 40-50% в пустынной 2-15%. Формация Ephedreta distachyae представлена 5 классами ассоциаций и 6 ассоциациями. Господство на солонцах *Anabasis aphylla* способствует увеличению засоления почв; на песках гармаловые сообщества могут быть индикаторами не только сильной стадии ветровой эрозии, но и процессов демутации.
Ключевые слова: ядовитые растения, формация, пастбища, Калмыкия.

Abstract. Three formations of poisonous plant communities are widely represented in Kalmykia: Ephedreta distachyae, Anabaseta aphyllae, Peganeta harmalae. The patterns of their spatial distribution have been determined, an ecological and phytocenotic classification has been developed, including 17 classes of associations, 21 associations. The Anabaseta aphyllae formation is confined to the steppe zone with loamy saline soils. It contains 5 classes of associations and 8 associations. The Peganeta harmalae formation prefers sandy soils in steppe and desert zones, includes 8 classes of associations, 8 associations with projective cover in the steppe zone 40-50% in the desert zone 2-15%. The Ephedreta distachyae formation is represented by 5 classes of associations and 6 associations. The dominance of Anabasis aphylla on salt flats contributes to an increase in soil salinity; on sands, harmal communities can be indicators not only of a strong stage of wind erosion, but also of demutation processes.
Key words: poisonous plants, formation, pastures, Kalmykia.

Введение. Экономика Республики Калмыкии базируется на животноводстве. Перевыпас скота, усиленный влиянием засушливого климата стал ведущим фактором деградации почвенно-растительного покрова. В связи с этим в регионе чрезвычайно актуальна проблема борьбы с вредными и ядовитыми растениями, засоряющими естественные кормовые угодья, снижающими их кормовую ценность, вызывающими отравление и даже гибель животных. Согласно материалам геоботанических исследований в настоящее время доля засоренных пастбищ составляет около 15% площади пастбищ Калмыкии [1].

В целях определения закономерностей распространения сообществ ядовитых растений на деградированных пастбищах Калмыкии, нами в период 2020-2022 гг. были проведены исследования на ключевых участках, заложенных в различных природных районах степной и пустынной зон.

Территория Республики Калмыкия расположена на юго-востоке Европейской части России. Она включает Ергенинскую возвышенность, северо-западный угол обширной

Прикаспийской низменности и часть Кума-Манычской впадины. На территории Калмыкии проходит граница между степной и пустынной зонами [2, 3].

Климат республики резко континентальный и характеризуется малым количеством осадков (200-450 мм/год), высокой флуктуационностью. Разница между количеством выпавших осадков и испаряемостью достигает до 800-1000 мм [4]. Фоновыми почвами Калмыкии являются каштановые степные и бурые пустынные. На их фоне широко распространены солонцы, пески, солончаки [5-7].

Объект и методы исследования. Изучение закономерностей пространственного распределения сообществ ядовитых растений осуществлялось методом ключевых участков, расположенных в каждом природном районе Калмыкии, с использованием различных тематических карт. Выполнено 80 геоботанических описаний по общепринятой методике [9]. На площадках размером 10×10 м^2, отражающие типичные условия местообитания, определяли: общее проективное покрытие сообществ в процентах, обилие каждого вида по Друде, с указанием фенофазы и высоты растений [8-10].

На основе анализа геоботанических описаний составлена эколого-фитоценотическая классификация, в которой выделены: формация, класс ассоциаций, ассоциация. Названия ассоциаций приведены по проекту Всероссийского кодекса фитоценологической номенклатуры, названия видов растений по С.К. Черепанову (1995) [11-12].

Результаты исследования. Современный растительный покров Калмыкии испытывает высокие антропогенные нагрузки, прежде всего от перевыпаса скота, строительства и нерационального использования мелиоративных систем, бессистемного движения транспорта и др. В настоящее время выявлена значительная засорённость естественных кормовых угодий ядовитыми растениями как в степной, так и пустынной зонах. Самый высокий процент засорённых пастбищ зарегистрирован в Кума-Манычском природном районе 16,2% и в пустынной зоне Прикаспия – 13,5% [13].

На пастбищах Калмыкии на основании собственных описаний нами определён современный видовой состав ядовитых растений. Он включает 52 вида высших сосудистых растений. Выделены и описаны сообщества с участием: *Descurainia sophia, Lepidium ruderale, Acroptilon repens, Colchicum laetum, Ranunculus sceleratus, Euphorbia seguierana др*. Из них огромные площади на территории Республики занимают сообщества с господством: *Ephedra distachya*, *Anabsis aphylla*, *Peganum harmala*. которые образуют формации: Ephedreta distachyae, Anabaseta aphyllae, Peganeta harmalae. Анализ перечисленных сообществ, позволил разработать эколого-фитоценотическую классификацию, отражающую закономерности их пространственного распределения. Они образуют 17 классов ассоциаций, 21 ассоциацию *(таблица 1)*.

Таблица 1

Структура господствующих сообществ ядовитых растений в растительном покрове Калмыкии

Формация	Класс ассоциаций	Ассоциация
Ephedreta distachyae Эфедровая	**Ephedreta distachyae fruticulosa** Кустарничково-эфедровый	**Ephedretum distachyae** Эфедровая
	Ephedreta distachyae psammosuffruticulosa Псаммофитно-полукустарничково-эфедровый	**Ephedretum distachyae artemisioso arenariae-zygophylliosum fabagae** Парнолистниково-песчанополынно-эфедровая
	Ephedreta distachyae graminoso suffruticulosa Полукустарничково-злаково-эфедровый	**Ephedretum distachyae stiposo lessingianae-artemisiosum austriacae** Австрийскополынно-ковылково-эфедровая
		Ephedretum distachyae stiposo sareptanae festucoso valesiacae artemisiosum lerchianae Лерхополынно-типчаково-тырсиково-эфедровая
	Ephedreta distachyae suffruticuloso graminosa Злаково-полукустарничково-эфедровый	**Ephedretum distachyae artemisioso lerchianae poosum bulbosae** Мятликово-лерхополынно-эфедровая
	Ephedreta distachyae annulosa Однолетниково-эфедровый	**Ephedretum distachyae eremopyrosum orientalis** Мортуково-эфедровая

Формация	Класс ассоциаций	Ассоциация
Anabaseta aphyllae Итсигековая	**Anabaseta aphyllae suffruticuloso annuae salsolosa** Однолетнесолянково-полукустарничково-итсигековый	**Anabasetum aphyllae artemisioso pauciflorae annuae salsolosum** Однолетнесолянково-чернополынно-итсигековая
	Anabaseta aphyllae graminoso suffruticulosa Полукустарничково-злаково-итсигековый	**Anabasetum aphyllae leymoso ramosi-caroxylosum dendroidis** Древовидносолянково-вострецово-итсигековая
		Anabasetum aphyllae pooso bulbosae-artemisiosum pauciflorae Чернополынно-мятликово-итсигековая
	Anabaseta aphyllae suffruticulosa Полукустарничково-итсигековый	**Anabasetum aphyllae limonioso suffruticosi-artemisiosum pauciflorae** Чернополынно-кермеково-итсигековая
		Anabasetum aphyllae artemisiosum pauciflorae Чернополынно-итсигековая
	Anabaseta aphyllae suffruticuloso graminosa Злаково-полукустарничково-итсигековый	**Anabasetum aphyllae artemisioso lerchianae-festucosum sareptanae** Типчаково-лерхополынно-итсигековая
		Anabasetum aphyllae artemisioso lerchianae-stiposum sareptanae Ковылково-лерхополынно-итсигековая
	Anabaseta aphyllae Poeta bulbosae suffruticulosa Полукустарничково-мятликово-анабазисная	**Anabaseta aphyllae artemisioso lerchianae-poetum bulbosae** Лерхополынно-мятликово-анабазисная
Peganeta harmalae Гармаловая	**Peganeta harmalae suffruticulosa** Полукустарничково-гармаловая	**Peganetum harmalae artemisiosum lerchianae** Лерхополынно-гармаловая
	Peganeta harmalae suffruticulosa Полукустарничково-гармаловый	**Peganetum harmalae artemisiosum lerchianae-anabasioso aphyllae** Лерхополынно-анабазисно-гармаловая
	Peganate harmalae suffruticulosa halograminoso herbosa Разнотравно-галофитнозлаково-лерхополынный	**Peganetum harmalae artemisiosum lerchianae-puccinellioso distantis** Бескильницево-лерхополынно-гармаловая
	Peganeta harmalae artemisieta austriacae herboso graminosa Злаково-разнотравно-австрийскополынный	**Peganetum harmalae artemisiosumaustriacae-stiposum sareptane** Ковылково-австрийскополынно- гармаловая
	Peganeta harmalae cariceta stenophyllae annuloso xeroherbosa Ксерофитноразнотравно-однолетниково-осочковый	**Peganetum harmalae caricetosum stenophyllae-eremopyroso orientalis** Мортуково-осочково-гармаловая
	Peganeta harmalae calligoneta aphyllii suffruticuloso herbosa Разнотравно-полукустарничково-джузгуновый	**Peganetum harmalae-Callygonioso aphyllii-artemisiosum lerchianae** Лерхополынно-джузгуново-гармаловая
	Peganeta harmalae herboso graminosa Злаково-разнотравно-гармаловый	**Peganetum harmalae astragalioso longipetalis-leymosum racemosi** Кияково-астрагалово-гармаловая
	Pegineta harmalae tamariceta ramosissimae herbosa Разнотравно-тамариксовый	**Tamaricetum ramosissimae peganiosum harmalae** Разнотравно-тамариксово-гармаловая

Формация Ephedreta distachyae

Ephedra distachya L. (эфедра двухколосковая) – ксерофильный двудомный вечнозелёный кустарничек до 30 см высоты с ползучим корневищем. Западносредиземный вид, его ареал охватывает южную Европу, Малую Азию, Казахстан, юг Западной Сибири и Синьцзян-Уйгурский автономный район Китая. *Ephedra distachya* предпочитает регионы с каштановыми, песчаными, щебнистыми почвами с субаридным умеренным континентальным или средиземноморским климатом. В России произрастает на юге Европейской части и в Западной Сибири. В Калмыкии локально встречается по всей территории.

Эфедровые сообщества в Республике имеют высокое проективное покрытие и видовое разнообразие. Общее проективное покрытие варьирует от 30 до 90%. В степной зоне 50-90%, в пустынной 30-50%. Проективное покрытие эфедры двуколосковой составляет 20-40%. Видовой состав сообществ включает 77 видов высших сосудистых растений из них 31 вид встречается в обеих зонах, 37 только в степной, 15 только в пустынной. В степных сообществах часто субдоминантами являются ксерофильные дерновинные злаки: *Stipa lessingiana, S. sareptana, Festuca valesiaca, Agropyron desertorum, Poa bulbosa*; полукустарнички: *Kochia prostrata* и *Artemisia lerchiana.* Наибольшее проективное покрытие травостоя отмечено в Ергенинском природном районе в балках: Годжур, Кегульта, Максимовка, Элиста, в которых покрытие достигает до 90%, видовое разнообразие до 45, большинство из них ксеромезофиты различных жизненных форм. Кроме того, здесь произрастают растения, занесённые в Красную книгу не только Калмыкии, но и России [14, 15]. Категорию редкости «1» имеет один из самых распространённых ядовитых растений *Ephedra distachya*. Она является реликтом третичной флоры и в настоящее время находится под угрозой исчезновения [14, 15].

Формация Ephedreta dystachyae представлена 5 классами ассоциаций и 6 ассоциациями. В степную зону включен наиболее распространенный класс: полукустарничково-злаково-эфедровый (Ephedreta distachyae graminoso suffruticulosa) с ассоциациями австрийскополынно-ковылково-эфедровой (Ephedretum distachyae stiposo lessingianae-artemisiosum austriacae), лерхополынно-типчаково-тырсиково-эфедровой (Ephedretum distachyae stiposo sareptanae festucoso valesiacae artemisiosum lerchianae). Первая ассоциация встречается в балках Ергеней, где субдоминантами являются ксерофильные дерновинные злаки *Stipa lessingiana, Festuca valesiaca*, *Agropyron desertorum* с участием эвмезофильного корневщного злака *Elytrigia repens,* вторая по всей территории Сарпинской низменности в травостое которой согосподствующими являются гемипсаммофиты *Stipa sareptana, Agropyron fragile.*

В пустынной зоне Прикаспийской низменности распространены сообщества класса ассоциаций: псаммофитно-полукустарничково-эфедрового (Ephedreta distachyae psammo suffruticulosa), злаково-полукустарничково-эфедрового (Ephedreta distachyae suffruticuloso graminosa), однолетниково-эфедрового (Ephedreta distachyae annulosa) с ассоциациями: парнолистниково-песчанополынно-эфедровой (Ephedretum distachyae artemisioso arenariae-zygophylliosum fabagae), мятликово-лерхополынно-эфедровой (Ephedretum distachyae artemisioso lerchianae poosum bulbosae).

У кошар, артезианских колодцев, населённых пунктов нами были описаны антропогенные мортуково-эфедровые (Ephedretum distachyae eremopyrosum orientalis) сообщества. В таких фитоценозах, часто на суглинистых почвах присутствуют *Anabasis aphylla* и некоторые виды однолетних солянок (*Climacoptera crassa*, *Salsola foliosa*, *Petrosimonia oppositifolia*, на супесчаных *Peganum harmala*, *Zygophyllum fabago*, *Syrenia siliculosa*, *Agriophyllum squarrosum*, др.

Формация Anabaseta aphyllae

Anabasis aphylla **L** (Итсигек, анабазис безлистный) – галоксерофильный полукустарничек высотой от 30 до 100 см; Однолетние побеги членистые, сочные, цилиндрические безлистные. *Anabasis aphylla* восточно-средиземноморский вид, встречается в Средней Азии, в степных и пустынных районах Прикаспия, Нижнем Поволжье, на Северном Кавказе, некоторых районах Закавказья. В Калмыкии анабазис характерен в основном в степной зоне, лерхополынно-типчаково-ковыльным (*Stipa sareptana-Festuca valesiaca-Artemisia lerchiana*) степям. Здесь на стадиях сильного лерхополынного (*Artemisia lerchiana*) или чернополынного (*Artemisia pauciflora*) сбоя доминантом или субдоминантом становится *Anabasis aphylla.* Современный видовой состав этих сообществ варьирует от 6 до 24 видов. Общее проективное покрытие от 10 до 50% и выше, что связано на наш взгляд, с биоморфологическими

особенностями доминанта. *Anabasis aphylla* это кустисто-ветвистый полукустарничек с кроной суккулентного типа.

На основании собственных описаний в данной формации выделено 5 классов ассоциаций и 8 ассоциаций. На светлокаштановых солонцеватых почвах в степной зоне в итсигековых сообществах в травостое с обилием «sol-un» присутствуют злаки: плотнодерновинные *Stipa sareptana, Festuca valesiaca,* корневищные *Leymus ramosus,* из осоковых осочка - *Carex stenophylla,* полукустарнички: полыни *Artemisia lerchiana, A. pauciflora, Camphorosma monspeliaca, Kochia prostrata, Tanacetum achilleifolium* из разнотравья*: Limonium gmelinii, Goniolimon tataricum, Achillea leptophylla* и др. В прибрежной зоне Сарписких озёр, у каналов на солончаковатых почвах нами зарегистрированы ассоциации древовидносолянково-вострецово-итсигековые (Anabasetum aphyllae leymoso ramosi-caroxylosum dendroidis), чернополынно-кермеково-итсигековые (Anabasetum aphyllae limonioso suffruticosi-artemisiosum pauciflorae), однолетнесолянково-чернополынно-итсигековые (Anabasetum aphyllae artemisioso pauciflorae annuae salsolosum др. Индикаторами солончаковатости почв здесь являются: *Limonium suffruticuosa, Caroxylon dendroides, Salicornia perennans, Artemisia santonica*.

В пустынной зоне итсигековые сообщества имеют локальное распространение. Они приурочены суглинистым солонцеватым почвам. Довольно крупные популяции встречаются у Состинских и Меклетинских озер [16].

В степной зоне вокруг населённых пунктов, кошар, колодцев, дорог, каналов выделены и описаны антропогенные ассоциации: чернополынно-мятликово-итсигековые (*Anabasetum aphyllae poosobulbosae-artemisiosum pauciflorae*), лерхополынно-мятликово-итсигековые (*Anabaseta aphyllae artemisioso lerchianae-poetum bulbosae)* и др. В их травостое согосподствующими являются эфемероид *Poa bulbosa*, ядовитые *Descurainia sophia*, *Melilotus officinalis, Gypsophila paniculata*, *Lactuca tatarica* др.

Формация Peganeta harmalae

Peganum harmala L. (Гармала обыкновенная) – многолетнее травянистое растение с мощной стержнекорневой системой. Это степно-пустынный псаммомезоксерофитный вид с древнесредиземноморским ареалом. Он протянулся от Восточной Европы, северной Африки до Центральной Азии [17, 18]. В Калмыкии *Peganum harmala* является доминантом на деградированных пастбищах степной и пустынной зон, произрастает на каштановых, супесчаных и песчаных почвах. В наших описаниях видовой состав гармаловых сообществ в обеих зонах включает 59 высших сосудистых растений из них в степной зоне -37, в пустынной до 22 видов. Общими в обеих зонах являются 17 видов. Общее проективное покрытие в разных природных районах Калмыкии варьирует от 2 до 50% и выше, из них крона *Peganum harmala* занимает от 2 до 35%.

В степной зоне на ключевых участках близ села «Плодовитое», на песчаном склоне балки возвышенности Ергени в гармаловых сообществах зарегистрировано 19 видов. Общее проективное покрытие составляет 40-50%, доминирующими экологическими типами являются гемипсаммофиты и мезоксерофиты (8:7), субдоминантами – дерновинные злаки *Agropyron fragile, Stipa sareptana.* Полукустарнички представлены эвксерофитами *Artemisia lerchiana, Kochia prostrata,* многолетнее разнотравье 11 видами, среди них с обилием «sol-sp» молочай (*Euphorbia seguierana*), из однолетников – *Ceratocarpus arenarius.*

В Прикаспии, на песчаных массивах пустынной зоны у пос. Хулхута в гармаловых сообществах общее проективное покрытие варьирует от 2 до 15%. На этих ключевых участках в межбарханных понижениях нами выделены: лерхополынно-джузгуново-гармаловая (*Peganetum harmalae-Callygonioso aphyllii-artemisiosum lerchianae*), кияково-астрагалово-гармаловая (*Peganetum harmalae astragalioso longipetalis-leymosum racemosi*) и разнотравно-тамариксово-гармаловая (*Tamaricetum ramosissimae peganiosum harmalae*) ассоциации. Видовой состав включает 6-8 видов все они псаммофиты из них два однолетника *(Agriophyllum squarrosum, Syrenia siliculosa),* три многолетника: астрагал *(Astragálus longipetálus), гармала* **(***Peganum harmala),* злак-овёс песчаный *(Leymus racemosus),* редкие кусты *Callygonum aphylla,* что соответствует сильной стадии сбоя.

Заключение. В Калмыкии широко распространены сообщества ядовитых растений *Anabasis aphylla*, *Ephedra distachya*, *Peganum harmala*. Из них для степной зоны характерен итсигек, а для пустынной эфедра и гармала обыкновенная. Однако их ценозы могут локально встречаться по всей территории Калмыкии.

Наибольшее число классов ассоциаций (5) и ассоциаций (8) формирует галоксерофильная формация Anabaseta aphyllae, что связано с преобладанием солонцов, солонцеватых почв в регионе.

По данным наших исследований, сообщества ядовитых растений являются индикаторами не только пастбищной дигрессии, но и демутации. На солонцах господство *Anabasis aphylla* способствует увеличению засоления почв, на песках гармаловые сообщества могут быть индикаторами не только сильной стадии ветровой эрозии, но и процессов демутации. На ключевых участках у пос. «Хулхута» они отражают одну из первых стадий восстановления, на «Плодовитом» – одну из заключительных.

Список литературы

1. Бакинова Т.И., Оконов М.М. Пастбищные ресурсы аридных территорий: оценка состояния и использования. Элиста: КалмГу, 2013. 118 с.

2. Бананова В.А., Горбачев Б.Н. Растительный мир Калмыкии. Элиста: Калм. кн. изд-во, 1977. 141 с.

3. Сафронова И.Н., Юрковская Т.К. Зональные закономерности растительного покрова равнин Европейской России и их отображение на карте // Ботанический журнал. 2015. Т. 100. № 11. С. 1121-1141.

4. Агроклиматические ресурсы КАССР. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1974. 187 с.

5. Болышев Н.Н. Происхождение и свойства почв полупустыни. Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1972. 196 с.

6. Джиджиков А.Б., Степанец И.Т. Почвы Калмыкии и пути их освоения. Элиста: Калм. кн. изд-во, 1972. 66 с.

7. Ташнинова Л.Н. Красная книга почв и экосистем Калмыкии. Элиста: АПП Джангар, 2000. 201 с.

8. Быков Б.А. Геоботаническая терминология. Алма-Ата: Наука, 1967. 167 с.

9. Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. Т. 4. М.;Л.: Наука, 1972. 336 с.

10. Нешатаев Ю.Н. Методы анализа геоботанических материалов. 1987. Л.: ЛГУ. 192 с.

11. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Санкт-Петербург: Мир и семья, 1995. 495 с.

12. Александрова В.Д. Классификация растительности. Л.: Наука, 1969. 275 с.

13. Бакинова Т.И., Борликов Г.М., Джапова Р.Р., Кензеева Н.Б., Натыров А.К., Санкуева З.М., Халгинова Б.В. Кормовые ресурсы сенокосов и пастбищ Калмыкии. Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2002. 184 с.

14. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М: Товарищество научных изданий. КМК. 2008. 855с.

15. Красная книга Республики Калмыкия. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения растения и грибы. Т.2. Элиста: ЗАОр «НПП «Джангар», 2014. 199 с.

16. Лазарева В.Г. Пространственное распределение растительного покрова Северо-Западного Прикаспия в современных геоэкологических условиях: Автореф. дисс. … д-ра биол. наук. Тюмень 2021. 32 с.

17. Оконов М.М., Егорова Е.Л., Янов В.И. Вредные и ядовитые растения Калмыкии. Элиста: КалмГу. 2012. 109 с.

18. Бананова В.А., Лазарева В.Г. Атлас растений Северо-Западного Прикаспия. Элиста: ЗАОр «НПП «Джангар». 2014. 267 с.

УДК 631.5:630.181
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-893-900

ЯДОВИТЫЕ РАСТЕНИЯ ПАСТБИЩ КАЛМЫКИИ

POISONOUS PASTURE PLANTS OF KALMYKIA

Нгуен Ван Зунг[1], Лазарева В.Г.[2]
Nguyen van Dung[1], Lazareva V.G.[2]

[1]Университет Куанг Нам, Тэм Ки, Вьетнам
[2]Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Россия
[1]Quang Nam University, Tham Ki, Vietnam
[2]Ukhta State Technical University, Ukhta, Russia

E-mail: [2]lazareva-vg@yandex.ru

Аннотация. Определен современный флористический состав ядовитых растений сенокосов и пастбищ Республики Калмыкия. Проведены таксономический, биоморфологический, экологический анализ изученной флоры. Установлено, что господствующей биоморфой являются монокарпики, подтверждая приуроченность изученной флоры к нарушенным местообитаниям; в экологической структуре по отношению к увлажнению прослеживается доминирование групп переходного характера – мезоксерофитов и ксеромезофитов. Выявлены закономерности пространственного распределения отдельных видов ядовитых растений по территории Калмыкии. Описаны признаки отравлений, происходящие в органах животных при поедании ядовитых растений и по их физиологическому действию, разработана клиническая классификационная схема, основанная на трудах И.А. Гусынина (1955).

Ключевые слова: степная и пустынная зона Республики Калмыкия, ядовитые растения, систематический, биоморфологический, экологический анализ, ядовитые органы растений, химический состав, картина отравления.

Abstract. The modern floral composition of poisonous plants of hayfields and pastures of the Republic of Kalmykia has been determined. Taxonomic, biomorphological, and ecological analysis of the studied flora has been carried out. It has been established that monocarpics are the dominant biomorph, confirming that the studied flora is confined to disturbed habitats; the dominance of transitional groups – mesoxerophytes and xeromesophytes - can be traced in the ecological structure in relation to moisture. The patterns of spatial distribution of certain species of poisonous plants on the territory of Kalmykia have been revealed. The signs of poisoning occurring in animal organs when eating poisonous plants and their physiological effects are described, and a clinical classification scheme based on the works of I. A. Gusynin (1955) is developed.

Key words: steppe and desert zone of the Republic of Kalmykia, poisonous plants, systematic, biomorphological, ecological analysis, poisonous plant organs, chemical composition, poisoning pattern.

Введение. Ядовитые растения – это своеобразная и неоднородная группа. Растения этой группы содержат опасные для жизни человека и животных токсичные вещества. К ним относятся: алкалоиды, гликозиды, органические кислоты (щавелевая, синильная), смолы, углеводороды, сапонины и др. Токсичность растений зависит от положения вида, климатических условий года, почв, стадии развития. Вредное воздействие этих веществ на живые организмы проявляется не только в составе, свойствах, количестве вещества, но и в их особенностях, общем состоянии самого живого организма (индивидуальная чувствительность к химическому веществу). При поедании, ядовитые вещества, чаще всего, парализуют центральную нервную систему, пищеварительный тракт, сердце, влияют на солевой обмен и пр. Одновременно с этим, многие ядовитые растения являются важными источниками природных биологически активных веществ *(*БАВ*)*. Еще Парацельс считал, что все лекарственные растения ядовиты и все ядовитые растения могут быть лекарственными, все зависит от дозы.

Ядовитые растения используются человеком с древнейших времен в лечебных целях. В России изучение ядовитых растений ассоциируется с именами многих известных ученых, на трудах которых, основана медико-биологическая наука фармакогнезия [1, 2]. Так, в 1901 г. Варлихом В.К. был опубликован первый атлас лекарственных растений [3]. Однако, систематическое изучение ядовитых растений началось лишь с 30-х годов XX века, среди них публикации монографий «Ядовитые растения, их польза и вред», «Токсикология ядовитых растений» [4, 5]. В них авторы уделили большое внимание анализу биохимических и ботанических особенностей ядовитых растений, их географическому распространению в пределах границ ранее

существовавшей страны СССР. Эти работы способствовали активизации флористических исследований для определения видового состава ядовитых растений, как по регионам, так и страны в целом. С этими исследованиями связано и создание БАК-веществ, разработка новых препаратов для лечения различных заболеваний человека и животных и др. [6, 7]. В настоящее время общий список ядовитых растений мира насчитывает порядка 10 000 видов, в пределах России – около 400.

На сенокосах и пастбищах России исследователь А.К. Дударь выявил и описал 96 видов ядовитых растений, сгруппировав их по действию токсичных веществ на органы и системы животных, а в настоящее время в уральских ландшафтах описано до 126 видов растений [8, 9].

На основе карты «Биомы России» Г.Н. Огуреевой выявлены общие закономерности распространения ядовитых растений [10]. Их наименьшее число зарегистрировано в северных регионах – лесотундре и тундре, немногим больше – в южных степных. Значительное же количество ядовитых растений описано в пустынях Прикаспия и в некоторых горных ландшафтах Кавказа и южной Сибири, что подтверждают геоботанические мониторинговые исследования [10-12]. Установлено, что засоренность ядовитыми растениями сенокосов и пастбищ республики варьирует от 1,5% до 10,0% и выше. Так, в степной зоне (Городовиковский район) этот показатель достигает до 16,2%, в пустынной (Лаганский район) – 13,5% [13-15].

Одним из важнейших методов охраны и рационального использования естественных кормовых ресурсов республики Калмыкии является определение видового состава ядовитых растений с последующей разработкой мероприятий по снижению их обилия и ограничению распространения на этих землях.

Материалы и методы. В основу работы положен полевой материал, собранный за период 2020-2023 гг. Описание, распределение и систематизация растений по их токсикологическим или клиническим признакам, т.е. по симптомам, проявляющимся в результате отравления, осуществлялись по методике И.А. Гусынина [5], разделившим известные ядовитые растения на группы в зависимости от характера воздействия на организм животных. Геоботанические, флористические методы исследований основаны на классических трудах [16-19]. Экспедиционными маршрутами была охвачена вся территория Республики Калмыкия. Анализ и типизация, сообществ осуществлялись согласно современным определениям зональной степной и пустынной растительности [18-21]. Определялись: флористический состав, фитоценотическое разнообразие. При проведении эколого-морфологического анализа видового состава, исследуемых сообществ, использовалась система жизненных форм И.Г. Серебрякова [22]. Названия видов растений приводятся по сводке С.К. Черепанова [23], Флоре Нижнего Поволжья [24], Флоре Астраханской области [25], Конспекта флоры Калмыкии [26]. Географическая привязка геоботанических описаний проводилась с помощью GPS навигатора – «Garmin 76».

В задачи исследований входило:

– составление характеристик растений, наиболее полно отражающих экологические условия природных зон и их токсичные свойства;

– описание признаков отравления, происходящих в органах животных;

– составление современного списка наиболее распространенных ядовитых растений Калмыкии;

– разработка клинической классификации ядовитых растений по методике И.А. Гусынина [5].

Результаты исследований. Изучение пространственного распространения важнейших представителей флоры осуществлялось с помощью карты «Восстановленная растительность Калмыцкой АССР» и карта-схемы «Растительный покров Северо-Западного Прикаспия». Они отражают зонально-региональные особенности Калмыкии и сочетание растительности степной и пустынной зон [13, 16].

В различных местообитаниях региона зарегистрировано 52 вида ядовитых растений, относящихся к 47 родам, 25 семействам и двум отделам: Pinophyta и Magnoliophyta. Отдел Pinophyta содержит лишь одного представителя из класса Pinopsida из семейства Ephedraceae – *Ephedra distachya* L. Отдел Magnoliophyta характеризуется наибольшим таксономическим разнообразием 24:46:51 вид.

На территории Калмыкии ядовитые растения представлены различными жизненными формами, где доминируют монокарпики (однолетники) 25 видов (48,2%) и травянистые поликарпики (многолетники), составляющие 19 (36,5%) видов. В пространственном отношении

они довольно равномерно распределены по территории республики. Среди монокарпиков часто встречаются: *Descurainia sophia* L.*, Heliotropium ellipticum* Ledeb., *Lactuca serriola* L. и др., из поликарпиков – *Euphorbia seguieriana* Neck. и др., из ядовитых полукустарничков - *Artemisia taurica* L., *Anabasis aphylla* L., и др. (6 видов – 11,5%), кустарничек – *Ephedra distachya,* кустарник – *Amygdalus nana* L., содержащего синильную кислоту. В настоящее время большие площади в степной зоне на засоленных почвах заняты антропогенными полукустарничковыми сообществами: мятликово-таврическополынными (*Artemisia taurica* L., *Poa bulbosa* L.), ромашниково-лерхополынными (*Artemisia lerchiana* Weber ex Stechm.*, Tanacetum achilleifolium* (M. Bieb.) Sch. Bip.) и т.п. Отличительной же чертой пустынь Калмыкии является доминирование в ее растительном покрове полукустарничковых сообществ, занимающих около 40% от ее площади и чаще всего представленных *Artemisia lerchiana,* занимающей около 30% от ее площади. Кустарник *Amygdalus nana* встречается по балкам Ергеней, Кума-Манычской долины, а *Ephedra distachya* произрастает по всей территории Калмыкии.

В целом, биоморфологический анализ показал, что спектр жизненных форм флоры ядовитых растений характерен для аридной зоны, где господствуют травянистые биоморфы, такие как, монокарпики с их приуроченностью к нарушенным местообитаниям. В экологической структуре ядовитых растений по отношению к увлажнению прослеживается доминирование групп переходного характера: мезоксерофитов и ксеромезофитов (9:10 видов) и гигромезофитов, эвмезофитов (3:17 видов). Ксерофильные и галофильные растения по видовому составу малочисленны, но по обилию являются доминантами растительного покрова региона *(таблица 1)*.

Таблица 1

Биоэкологический состав ядовитых растений Республики Калмыкии

Жизненные формы / Эколо - гические группы	Кустарники		Кустарнички		Полукус-тарнички		Многолет. травы, эфе мероиды		Одно-двулетники, эфемеры		Итого	
	число видов	%	число видов	%	число видов	%	число видов	%	число видов	%	число видов	%
Гигрофиты							1	1,9			1	1,9
Гигромезофиты					1	1,9	1	1,9	1	1,9	3	5,8
Эвмезофиты							8	15,4	9	17,3	17	32,7
Ксеромезофиты	1	1,9					4	5,8	5	9,6	9	17,3
Галоксеро-мезофиты					1	1,9					1	1,9
Мезоксерофиты							4	7,7	6	11,5	10	19,3
Эвксерофиты			1	1,9					1	1,9	2	3,8
Галоксерофиты					1	1,9					1	1,9
Эвгалофиты					2	3,8			2	3,8	4	7,7
Псаммофиты					1	1,9	1	1,9	1	1,9	3	7,7
Итого:	1	1,9	1	1,9	6	11,5	19	36,5	25	48,2	52	100,0

Наиболее распространенные в Калмыкии ядовитые растения с их краткой характеристикой представлены в *таблице 2*. Признаки клинических отравлений приведены по литературным данным [7, 13, 14, 26-30]. Они основаны на действии токсических веществ на какой-либо орган или систему животного, что позволило объединить их в более или менее близкие группы. Однако разработать стройную и обоснованную классификацию ядовитых растений по клинической картине отравлений, в настоящее время, пока не представляется возможным, из-за недостатка информации по клинике отравлений. Кроме того, картина отравлений часто отражает действие не одного, а целого ряда токсических веществ. В связи с этим, нами предпринята попытка классифицировать ядовитые растения по их физиологическому действию на органы животных, но она может быть только условной и представлена в *таблице 2* [5].

На основе составленной клинической классификационной схемы, установлено, что на пастбищах республики Калмыкии наибольшее распространение и флористическое разнообразие имеют виды с преимущественным влиянием на центральную нервную систему и желудочно-кишечный тракт. Они содержат по 16 (30,7%) видов, от изученной флоры. На втором месте находятся растения, поражающие одновременно ЦНС и ЖКТ – 12 (23,2%), на третьем ЦНС и печень – 5 (9,6%), на последнем – оказывающие влияние на почки: 3 (5,8%) вида.

Таблица 2

Клиническая классификационная схема ядовитых растений (по [5])

Клинические группы воздействия	Название растений	Краткая характеристика растений	Химический состав, признаки и органы поражения животных
Растения с преимущественным действием на центральную нервную систему (ЦНС)	*Ephedra distachya*	Низкорослый кустарничек суккулентного типа. высотой до 30 см. Ядовито все растение.	В стеблях, ветвях содержит алкалоиды группы эфедрин; в корнях – маоконин, ферулон, гистамин. При отравлении у животных происходит слюнотечение, дрожание ног, судороги.
	Conium maculatum L.	Двулетник, стебель полый, листья в нижней части с красновато-бурыми пятнами. Ядовито все растение, максимум яда находится в незрелых плодах.	Алкалоиды: кониин (самый ядовит.), N-метилкониин, конгидрин, псевдоконгидрин, коницеин. У людей при попадании в рот стеблей или семян, вещество быстро вызывает паралич, у лошадей, КРС – паралич и смерть.
	Artemisia taurica	Полукустарничек, нижние листья черешковые, верхние почти сидячие, менее рассеченные. Цветы в метельчатом соцветии, плод семянка.	В растении в стадии бутонизации содержатся: эфирное масло, лактоны тауремизин, таурин, артемин. Очень ядовитое растение. Для лошадей смертельная доза сухой полыни варьирует от 250 до 270 г.
	Hyoscyamus niger L.	Одно-двулетник. Листья крупные, цветы сидячие, верхушечные. Венчик воронковидный, грязно-желтый с пурпурными жилками, плод коробочка. Ядовито все растение.	В траве, семенах содержатся алкалоиды: атропин, гиосциамин, скополамин. При отравлении у скота возникает буйство, учащенное сердцебиение, дыхание расширение зрачков.
	Senecio jacobaea L.	Многолетник, реже двулетник, листья: в розетке, сидячие, перистораздельные, цветы в корзинках и щитковидных соцветиях, плод семянка. Все растение ядовито.	В цветах алкалоиды: яколин, яконин, сенециоин, сенецифиллин, якобин, якоцин и др. У лошадей, КРС наблюдается нарушение ЖКТ, возбуждение ЦНС, паралич, смерть.
	Consólida regállis S.F. Gray	Однолетник, стебель прямостоячий. Листья – линейные доли. Цветы в соцветии кисть, фиолетовые со шпорцем. Плод листовка. Все растение ядовито.	В корнях и плодах дитерпеновые алкалоиды. У людей, КРС, овец наблюдается угнетение центральной и периферической нервной системы с одновременным действием на ЖКТ и сердечно-сосудистую систему.
	Anabasis aphylla L.	Полукустарничек с сочными безлистными ветвями. Ядовито все растение, максимум в однолетних побегах.	Алкалоиды: анабазин, афиллин, афиллидин, лупинин, др. Поражаются ЦНС, ЖКТ: слюнотечение, рвота, понос, головокружение остановка дыхания при коме. Смертельная доза для человека 2–3 капли анабазина; у животных буйство, смерть – через 12-24 часов.
	Peganum harmala L.	Густо олиственный многолетник, листья с линейными долями. Цветы желтовато-белые, плод коробочка.	Наиболее токсичными являются листья и семена, алкалоидs: гармин, гармалин, пеганин. В семенах – гармалин, молодых корнях – много гармина. У овец депрессия, конвульсии, угнетение ЦНС, паралич двигательного аппарата, дыхания; ослабляется деятельность сердца; сокращение гладкой мускулатуры.

Клинические группы воздействия	Название растений	Краткая характеристика растений	Химический состав, признаки и органы поражения животных
Растения с преимуществен. действим на ЦНС и печень	*Melilotus albus* L., Pall.; *M. officinalis* L., Lam	Двулетники до 2 м высоты, листья тройчатые, цветки мелкие желтые в кистевидных соцветиях плоды мелкие бобы. Ядовиты вегетативные органы.	В корнях, листьях, стебле содержатся кумарины, их производные, сапонины, дикумарин. У людей через 3-5 дней после отравления происходит поражение печени, ЦНС, аллергия; у КРС, овец через 2-3 недели наблюдается воспаление ЖКТ, анемия, вздутие органов.
	Heliotropium ellipticum Andrz.	Жесткоопушенный однолетник. Стебель ветвистый, листья эллиптические, цветы белые, мелкие в соцветии завиток. Плод многоорешек. Ядовито все растение.	Ядовиты надземные органы, в семенах содержатся пирролизидиновые алкалоиды, терпеноиды и флавоноиды. Поражаются ЦНС, печень. У людей развивается токсический гепатит с асцитом, у скота отравление семенами ведет к гибели.
Растения с преимущественным действием на желудочно-кишечный тракт (ЖКТ)	*Descurainia sophia*	Однолетник, стебель прямой, листья простые сидячие. Цветы бледно-желтые мелкие, плод многосеменной стручок, ядовиты семена.	Семена содержат до 1,5 % ядовитого глюкозида типа синигрина. Поражается желудочно кишечный тракт (ЖКТ). У скота происходит слюнотечение, понос, вздутие живота.
	Gypsophila paniculata L.	Многолетник с метельчатым раскидистым соцветием. Цветы мелкие, белые. Ядовиты вегетативные органы.	В траве содержатся флавоновый гликозид сапонарин, тритерпеновые сапонины, в том числе гипсогенин и др. При попадании в кровь сапонин вызывает гемолиз. Поражается ЖКТ, гастрит, стоматит.
	Centaurium erythraea Rafn	Одно- или двулетники. Стебель четырехгранный. Листья у корня в розетке, верхние сидячие, цветы в соцветии щиток, плод коробочка. Все растение ядовито.	В плодах, траве много: секоиридоид. фенольных и коричных кислот, также имеются фитостеролы, ксантоны. При отравлении у людей и у животных воспаление ЖКТ.
	Coronillia varies L.	Корнеотпрысковый многолетник, восходящие стебли, листья непарноперисто-сложные, цветы розовые белые, фиолетовые, плод боб. Все растение ядовито.	В траве, семенах содержатся: коронилин, коронизид. При отравлении у КРС наблюдается рвота, воспаление желудочно-кишечного тракта.
	Convolvulis arvensis L.	Корнеотпрысковый вьющийся многолетник, околоцветник воронковидный, белый, плоды – коробочка, образуются в VII-VIII. Ядовиты вегетативные органы.	В корнях, листьях, стебле содержатся тропановые и пирролидиновые алкалоиды. При отравлении поражается желудочно-кишечный тракт [30].
	Colchicum laetum Stev.	Клубнелуковичный эфмероид. Весной развивает листья, осенью светло-фиолетовые воронковидные цветы. Ядовито все растение.	В клубнях содержатся: колхицин, колхицерин, спациозин, колхамин, сапониновые вещества. У животных поражается ЖКТ. Наблюдаются вздутие живота, обильное слюноотделение, рвота.

Клинические группы воздействия	Название растений	Краткая характеристика растений	Химический состав, признаки и органы поражения животных
	Ficaria verna Huds.	Многолетник, на корнях клубневидные утолщения придаточных корней. Листья сердцевидные, цветы одиночные золотисто-желтые, плоды орешки. Ядовито все растение.	Содержит ядовитые вещества: протоанемонин, сапонины, немного синильной кислоты. Наиболее опасен для овец во время цветения. Отмечены случаи смертельного исхода в Ставропольском крае.
	Chelidonium majus L.	Многолетник, стебель на изломе с млечным оранжево-красным соком. Цветы правильные, золотистые, собраны в простой зонтик, плод – коробочка. Все растение ядовито.	Содержит в траве изохинолиновые. алкалоиды, производные бензофенантридина: гомохелидонин и др. (свыше 20 алкалоидов). На пастбищах вызывает у животных сильное отравление, воспаление ЖКТ, глухоту.
Растения с преимущественным действием на ЦНС, ЖКТ	*Zygophyllum fabago* L.	Многолетник с одревеснев шими у основания ветвями, листья с одной парой листочков. Цветы белые, у основания оранжевые, плод –коробочка, похожая на боб. Ядовиты вегетативные органы.	В растении, корнях содержится алкалоид гармин, поражает желудочно-кишечный тракт, угнетает центральную нервную систему [30].
	Ranunculis illyricus L. *Ranunculis sceleratus* L.	Эфемероид с белым шелковистым опушением, трехраздельными листьями, клубневидно утолщенными корнями. Одно- или двулетнее травянистое растение; листья разделены на три доли. Плод многоорешек. Все растение ядовито.	Содержат гликозиды, алкалоиды, сапонины, флавоноиды, ранункулин, протоенемонин, обладающие наркотическим и раздражающим действием. Поражаются ЖКТ: обильная слюна, тошнота, рвота, боли в животе; ЦНС: тремор, судороги, временное ослепление, помрачение сознания.
	Solanum dulcamara L.	Полукустарничек, листья простые, соцветие цимозное, цветы актиноморфные, лиловые, плод – красная ягода. Ядовиты трава и незрелые плоды.	Содержит: гликоалкалоиды, стероидные сапонины и тритерпеноиды, гликозид дулкамарин. При отравлении возникает воспаление ЖКТ, угнетение ЦНС.
	Euphorbia Seguierana Neck.	Многолетник, стебли густо олиственны, содержат млечный сок. Листья простые, цветы без околоцветника, соцветие монохазий, плод – трехорешек. Ядовито все растение.	В млечном соке содержится эвфорбон, в траве и корнях алкалоиды, флавоноиды, кумарины. При отравлении вызывает сильное воспаление ЖКТ, нарушение дыхания, судороги, сердечно-сосудистую недостаточность.
	Senecio vulgaris L.	Двулетник в верхней части стебля ветвистый, соцветие – корзинка с трубчатыми цветками, плод – семянка. Все растение ядовито.	Содержит алкало́иды группы азотсодержащих органических соединений природного происхождения. При отравлении происходит расстройство ЖКТ, нарушение ЦНС, потеря координации движений, поражение печени.
Растения с преимуществен. действием на почки	*Cynanchum acutum* L.	Корневищная лиана, листья сердцевидные. Цветы мелкие, белые в зонтичном соцветии. Плод – листовка. Ядовито все растение.	Незрелые плоды содержат: гликоалкалоиды, стероидные сапонины и тритерпеноиды, гликозид дулкамарин. Массовые отравления наблюдались у овец: хроническое воспаление почек и мочевого пузыря, частое мочеиспускание, чувствительность при давлении в области почек.

Анализ полученного материала показал, что поражение ЦНС может быть различным: возбуждающим или, наоборот, угнетающим жизненные процессы животных. В Калмыкии, в степной зоне, широко распространена полынь таврическая, эфирное масло которой, при попадании в ЖКТ вызывает возбуждение, эпилептиформные судороги и различные нарушения ЖКТ. Кроме того, лактон и таурин, особенно у лошадей, вызывают нарушения сердечной деятельности, кровообращения и ведут к летальному исходу. В Прикаспии, на супесчаных и песчаных почвах, часто доминирует молочай Сегье, его млечный сок вызывает сильное воспаление слизистых оболочек пищеварительных органов. Оно проявляется сначала в слюнотечении, поносе, сильных болях, развитии желтухи, угнетении сердечной деятельности. При тяжелых отравлениях, смерть наступает в течение 2-5 дней.

Весной калмыцкая степь поражает разнообразием красок и запахов. Среди них господствует эфемероид тюльпан Геснера. В его вегетативных органах содержится алкалоид тулипин, сходный по своему действию с дигиталисоподобным сердечным и местным действием. При отравлении им у КРС наблюдается воспаление слизистых оболочек, понижение температуры тела, пульс сначала пониженный, затем сильно учащенный. При тяжелых отравлениях наблюдается общая слабость, дрожь, быстрый упадок деятельности сердца и гибель животного. Поэтому скот ядовитые растения не поедает, а отравления случаются лишь во время бескормицы или при случайном попадании растений в большом количестве в сено.

Следовательно, ядовитые растения потенциально опасны для человека и домашних животных. Вместе с тем, они важны для понимания эволюции живой природы в целом, т.к. являются важным механизмом в борьбе за существование. Кроме того, это источники природных биологически активных веществ (БАВ), которые необходимы для получения новых лекарственных средств.

Выводы

1. Современная флора ядовитых растений Республики Калмыкия включает 52 вида, относящихся к 47 родам, 25 семействам и двум отделам: Pinophyta и Magnoliophyta. К первому отделу из класса Pinopsida семейства Ephedraceae относится *Ephedra distachya* L. Отдел Magnoliophyta характеризуется таксономическим разнообразием 24:46:51 вид.

2. Биоморфологическую структуру флоры ядовитых растений слагают травянистые жизненные формы, где доминируют монокарпики, что объясняется их приуроченностью к антропогенно-нарушенным территориям. Экологический анализ по отношению к увлажнению выявил закономерное преобладание групп переходного характера мезоксерофитов и ксеромезофитов, обусловленное географическим положением территории Республики Калмыкия.

3. На основании клинической картины воздействия ядовитых растений Калмыкии на органы и системы животных выявлено пять групп**.** Из них доминируют группы, влияющие на центральную нервную систему и желудочно-кишечный тракт. Они включают по 16 (30,7%) видов. На втором месте находятся растения, поражающие одновременно ЦНС и ЖКТ – 12 (23,2%) видов, на последнем – растения, отравляющие почки: 3 (5,8%) вида.

4. При поражении ЦНС происходит возбуждение или, наоборот, угнетение жизненных процессов животных. В степной зоне республики эфирное масло полыни таврической вызывает возбуждение, эпилептиформные судороги, нарушение ЖКТ. Кроме того, такие алкалоиды как лактон и таурин вызывают нарушение сердечной деятельности, кровообращения, ведущие к летальному исходу. Поражение ЖКТ проявляется сильным воспалением слизистой оболочки пищеварительных органов. Млечный сок молочая Сегье вызывает сначала слюнотечение, понос, сильные боли, развитие желтухи, угнетения сердечной деятельности. При тяжелых отравлениях смерть наступает через 2-5 дней.

5. Необходимыми мерами борьбы с ядовитыми растениями на пастбищах и сенокосах являются: тщательная обработка почвы, частое сенокошение, использование гербицидов, различных агротехнических и мелиоративных мероприятий.

Список литературы

1. Трапп Ю.К. Руководство к фармакогнозии. Санкт-Петербург: Акад. наук, 1868-1869. Т. 2. 772 с.
2. Тихомиров В.А. Учебник фармакогнозии. М.: Издание А.А. Карцева, 1899. С. 2-4.
3. Варлих В.К. Русские лекарственные растения. СПб., 1901. 525 с.
4. Кречетович Л.М. Ядовитые растения, их польза и вред. М.; Л.: Сельхозгиз, 1931. 317 с.
5. Гусынин И.А. Токсикология ядовитых растений. М.: ОГИЗ-Сельхозгиз, 1955. 330 с.

6. Дикарева Т.В., Малхазова С.М., Румянцев В.Ю., Солдатов М.С. Влияние аридных условий на распространение ядовитых растений в региональных биомах России // Аридные экосистемы. 2018. Т. 24. С. 79-88.
7. Гелашвили Д.Б., Широкова А.И., Нижегородцев А.А., Маркелов И.Н. Ядовитые животные и растения России и сопредельных стран: монография. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2020. Т. 2. 547 с.
8. Дударь А.К. Ядовитые и вредные растения лугов, сенокосов и пастбищ. М.: Россельхозиздат, 1971. 108 с.
9. Гусев Н.Ф., Немерешина О.Н., Петрова Г.В., Филиппова А.В. Лекарственные и ядовитые растения Урала как фактор биологического риска. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2011. 400 с.
10. Огуреева Г.Н. Биоразнообразие оробиомов Северного Кавказа на карте «Биомы России» // Юг России: Экология, развитие. 2016. Т. 11. № 1. С. 21-36.
11. Дикарева Т.В., Малхазова С.М., Румянцев В.Ю., Солдатов М.С. Влияние аридных условий на распространение ядовитых растений в региональных биомах России // Аридные экосистемы. 2018. Т. 24. С. 79-88.
12. Бананова В.А., Горбачева Б.Н., Кулешов Л.Н., Бендюкова З.Б. Карта восстановленной растительности Калмыцкой АССР. М. 1: 500000 / Под ред. Б.Н. Горбачева. Л.: СЗФ ВИСХАГИ, 1985.
13. Лазарева В.Г., Бананова В.А. Атлас растений СЗП. Элиста: КГУ, 2014. 78 с.
14. Бананова В.А., Горбачев Б.Н. Естественные кормовые угодья Калмыцкой АССР и их рациональное использование. Элиста: Калмиздат, 1990. 127 с.
15. Оконов М.М., Бакинова Т.И. Пастбищные ресурсы аридных территорий: оценка состояния и использования. Элиста: КалмГу, 2013. 140 с.
16. Шенников А.П. Экология растений. М.: Сов. Наука. 1950. С. 12-251.
17. Александрова В.Д. Изучение смен растительного покрова // Полевая геоботаника. М.; Л., 1964. Т. III. С. 300-447.
18. Полевая геоботаника. М.-Л.: Наука, 1964. Т. 1-4.
19. Быков Б.А. Общий анализ пустынь Туранской низменности // Структура и продуктивность растительности пустынной зоны Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1978. С. 7-35.
20. Лавренко Е.М. Степи // Растительность Европейской части СССР. Л., 1980. С. 203-272.
21. Сафронова И.Н. Фитоэкологическое картографирование Северного Прикаспия // Геоботаническое картографирование 2001-2002. СПб., 2002. С. 44-65.
22. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. Учеб. пособие для гос. ун-тов, пед. и лесотехн. вузов СССР. Москва: Высш. школа, 1962. 378 с.
23. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб: Мир и семья, 1995. 495 с.
24. Флора Нижнего Поволжья. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. Т. 2. 1083 с.
25. Лактионов А.П. Флора Астраханской области. Астрахань: Астраханск. ун-т, 2009. 296 с.
26. Бакташева Н.М. Конспект флоры Калмыкии. Элиста: КалмГу, 2012. 110 с.
27. Джапова Р.Р., Бакинова Т.И., Борликов Г.М., Кензеева Н.Б. и др. Кормовые ресурсы сенокосов и пастбищ Калмыкии. Элиста: КалмГу, 2002. 185 с.
28. Оконов М.М., Егорова Е.Л., Янов В.И. Вредные и ядовитые растения Калмыкии. Элиста: КалмГу, 2012. 108 с.
29. Оконов М.М., Бакинова Т.И. Пастбищные ресурсы аридных территорий: оценка состояния и использования. Элиста: КалмГу, 2013. 140 с.
30. Орехов А.П. Химия алкалоидов. М., 1955. 859 с.

УДК 911.2 (911.6)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-901-907

СМЯГЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ ЯКОВЛЕВСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

MITIGATION OF ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES DURING AGRICULTURAL DEVELOPMENT OF LANDSCAPES IN YAKOVLEVSKY DISTRICT OF BELGOROD OBLAST

Некрич А.С.
Nekrich A.S.

Институт географии РАН, Москва, Россия
Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: a.s.nekrich@igras.ru

Аннотация. Большинство нарушений природной среды Белгородской области связано с существующей структурой промышленности, созданной в условиях степной и лесостепной зоны. Следует отметить, что плодородные земли сельскохозяйственного назначения зачастую расположены вблизи объектов горнодобывающего комплекса (ГДК), занимающегося добычей железной руды в бассейне Курской магнитной аномалии (КМА). В силу такого исторически сложившегося соседства в большинстве районов горнопромышленной направленности создаются предпосылки для расширения земель ГДК за счет сокращения площадей сельскохозяйственных земель. Особенно заметны такие изменения в земельной статистике Яковлевского района, который имеет многопрофильную инфраструктуру, вмещающую и сельскохозяйственное производство, и горнодобывающая промышленность. На примере этого района проведен анализ экологических последствий, вызванных функционированием АПК с учетом наблюдаемых негативных процессов, проявляющихся в результате развития горнодобывающей промышленности. Дана оценка антропогенной нагрузки и выявлены ареалы экологических ситуаций на исследуемой территории с помощью ArcView GIS. Показано, что снижению антропогенной нагрузки на степные и лесостепные ландшафты и улучшению экологической ситуации может способствовать создание природно-экологического каркаса (ПЭК).

Ключевые слова: Белгородская область, нарушения природной среды, природно-экологический каркас.

Abstract. Environmental problems in Belgorod Oblast have a complex nature. Most violations of the environment are associated with the existing structure of industry, which has occurred over a long time in the conditions of steppe and forest-steppe zone. It should be noted that fertile agricultural lands are often located near the facilities of the mining complex (MC) developing iron ore deposits in the Kursk magnetic anomaly (KMA) basin. Due to such a historically established neighborhood, in the most mining-oriented districts, prerequisites for expanding the lands of the MC arise by reducing agricultural lands. Such changes are viewed in the land statistics of the Yakovlevsky district, where infrastructure is multidisciplinary: agricultural production and the processing industry are well-developed both. On the example of this district, the environmental consequences caused by the functioning of the agro-industrial complex is highlighted by taking into account negative processes linked with the development of the mining industry. An assessment of the anthropogenic pressure on the environment was given, areas of ecological situations of the studied territory were identified by means of ArcView GIS. It has been shown that the creation of the natural and ecological nets (NEF) can contribute to reducing the anthropogenic pressure on steppe and forest-steppe landscapes the and is able to improve the environmental situation.

Key words: Belgorod Oblast, destruction of the natural environment, natural and ecological net.

Введение. Продолжительная и интенсивная сельскохозяйственная деятельность с одновременным масштабным освоением месторождений Курской магнитной аномалии (КМА) привели к трансформации практически всех компонентов ландшафтов Белгородской области. Особенно заметно эти изменения проявились в районах с многопрофильной инфраструктурой, таких как Яковлевский – где одновременно развито высокопродуктивное сельское хозяйство и осуществляется добыча высококачественной железной руды [1-5]. Согласно расчетным и статистическим данным [3] экологическая ситуация в районе различается на локальном уровне от «удовлетворительной» до «напряженной». Отмечаются конфликтны сельскохозяйственного и промышленного природопользования, в результате которого происходит выведение плодородных земель сельскохозяйственного назначения из пользования при развитии горнопромышленного комплекса (ГДК). Следует отметить, что на территории района высокая степень распашки

ускоряет процессы эрозии, снижает устойчивость компонентов ландшафта к антропогенным и природным факторам, вызывает сокращение видового разнообразия [6, 7].

В сложившихся условиях особенно актуальным становится создание комфортной и безопасной среды для жизни населения, сохранение населения, здоровье и благополучие людей, снижение выбросов опасных загрязняющих веществ, оказывающих наибольшее негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека – что соответствует целям и задачам Указа Президента РФ от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [8].

Достижение поставленных Целей возможно через реализацию следующих ***задач:***

1. Выявить ведущие природные процессы и антропогенные факторы, формирующие экологическую ситуацию в Яковлевском районе.

2. Определить масштабы и степень проявления негативных факторов, приводящих к формированию устойчивых ареалов загрязнения окружающей среды на исследуемой территории.

3. Показать перспективы улучшения экологической ситуации в условиях конфликтов природопользования, поддержания экологического баланса и снижения антропогенной нагрузки через создание природно-экологического каркаса (ПЭК).

В связи с вышеизложенным, в работе ***поставлена цель*** – на примере Яковлевского района Белгородской области показать значимость создания природно-экологического каркаса как структурного элемента ландшафта, выполняющего средоформирующие функции и способного поддерживать сбалансированную экологическую обстановку, а также как объекта, положительно влияющего на оптимизацию природопользования.

В качестве модели ПЭК может быть задействована структурная матрица, состоящая из ячеек линейно-сетевого пространства, вмещающих буферные участки между ареалами сельскохозяйственной и горнодобывающей деятельности и ареалами природного ландшафта, способного поддерживать экологическое равновесие.

В большинстве работ понятие «экологический каркас» раскрывается как система природных комплексов, образующих пространственно-организованную структуру, которая поддерживает экологическую стабильность территории при общности ее экосистем с индивидуальным характером природопользования, что способствует предотвращению потери биоразнообразия и деградации ландшафтов [9-16].

Материалы и методы исследования. Исследование базируется на концепциях определения ПЭК, представленных в работах [9, 12, 13, 15-23], в которых экосистемы рассматриваются как объекты с определенным режимом природопользования, образующие пространственно-организованную структуру, способную поддерживать экологическую стабильность территории, предотвращать деградацию ландшафта и создавать оптимальные условия для сохранения биоразнообразия. В основе работы лежат методики создания ПЭК с учетом землеустройства и в условиях действия антропогенных нагрузок [14, 24, 25]. Анализ антропогенной нагрузки, выявление ареалов экологических ситуаций и элементов ПЭК проводился в программной среде ArcView GIS. Задействованы данные официальной земельной статистики ежегодного публикуемой в отчетах профильных организаций, департаментов, ведомств и министерств [26-28], материалы космических съемки из открытых источников (ESRI, USGS, Google Earth, and GLAD), картографическая информация и статистика из атласов [29-30], статистические, полевые и расчетные данные, опубликованные в научных изданиях [31-41].

Практическим выходом данной работы является – составление рекомендаций, нацеленных на улучшение эколого-хозяйственной ситуации в Яковлевском районе Белгородской области с учетом действующих факторов, определяющих современную структуру природопользования на его территории.

Результаты и обсуждение полученных результатов. Яковлевский район располагается в лесостепной зоне центрально-западной части Белгородской области, занимая площадь 108 977 га [26]. В земельном фонде преобладают земли сельскохозяйственного назначения – 78,6% (пашня 62%), земли лесного фонда – 5,7%, водного – 4,2%, населенных пунктов – 3,4%, запаса – 2,3%, промышленности, энергетики и транспорта – 1% [41].

Характерными эрозионными формами рельефа являются балки и овраги [42]. Равнины средне-расчлененные (1,0-1,8 км/км^2). Преобладающая крутизна склонов – 0-2° (более 50% района). Широко распространен карст, оползни и донные врезы в балках. Водопроницаемость рельефообразующих пород – 8,3% [42]. По агроклиматическим условиям район входит в зону

обеспеченного увлажнения (среднегодовое количество осадков – 525 мм, ГТК Селянинова – 1,2). Распространены серые лесные почвы и черноземы типичные (слабые и средне-эродированные, pH=5,6-6,0). Доля эродированных почв достигает 40%, из них несмытых – 50%, слабосмытых 35,3%, среднесмытых – до 10% и сильносмытых – 4,8%) [29, 30]. Растительный покров представлен чередованием лесных участков с участками лугов и окультуренных степей [42]. Леса сохранились отдельными участками по урочищам, оврагам и водоразделам, а также среди сельскохозяйственных угодий. В составе преобладают дубовые насаждения. Наиболее крупные урочища: Ямская Дача – 1114 га, Альбино-Смородино – 483 га, Гриненков лес – 538 га, Маршалково – 311,8 га. Лесистость района составляет от 8 до 11% его площади [43].

Агроклиматические условия района (сумма активных температур 2900-3000°С, продолжительность безморозного периода до 165 дней) благоприятны для возделывания ранних яровых зерновых культур (ячмень, овес), озимых культур (рожь, пшеница), многолетних трав (клевера), сахарной и кормовой свеклы, картофеля, подсолнечника и кукурузы на силос, овощей, гречихи. Сельскохозяйственные земли сформировались на месте разнотравных и злаково-разнотравных степей в зоне лесостепи и на местах дубово-широколиственных лесов.

В ходе исследования выявлено, что структура посевных площадей не оптимальна – преобладают зерновые (55,7%) и кормовые культуры (20,2%). Для поддержания плодородия почв необходимо соблюдение структуры посевов: зерновые культуры – 50%, технические – 15% (в том числе картофель – 4%, сахарную свеклу – 3%, подсолнечник или сою – 7%), кукурузу на силос – 10%, однолетние (силосные) – до 10%, многолетние травы – до 40%. На участках водоразделов и склонов до 2° пропашные культуры должны быть исключены. На территории Яковлевского района реализуются программы биологизации земледелия [27]. Проводятся работы по сплошному облесению эрозионноопасных участков и самовосстановления естественных сенокосов и пастбищ [26].

Месторождения богатых железных руд КМА (запасы Гостищевского месторождения составляют более 9 млрд тонн, среднее содержание железа – 60,0-62,3%) [42], одного из базовых бассейнов для железорудной промышленности России. Месторождение разрабатывается шахтным способом Яковлевским ГОКом – ключевым поставщиком руды для Череповецкого металлургического комбината компании «Северсталь».

Установлено, что среди негативных факторов, сопровождающих разработку месторождения: атмохимический перенос, связанный с пылением отвалов горных пород; гидрохимический перенос при фильтрации воды из пруда-отстойника; воздействие коммуникаций промзоны (продуктопроводов и автодорог) на компоненты ландшафта. Экологическая ситуация в районе работы предприятия может быть охарактеризована как «удовлетворительная» или «равновесная» в условиях напряженной экологической ситуации локального характера [2, 6, 30, 34, 35]. ПДК по содержанию радионуклидов, тяжелых металлов и прочих загрязняющих веществ на промплощадках Яковлевского рудника и прилегающих территориях находятся в пределах действующих нормативов.

Определено, что основными негативными природными факторами, ухудшающими состояние компонентов степных и лесостепных ландшафтов на изучаемой территории, являются плоскостной смыв, овражная эрозия, карстовые и оползневые процессы, дефляция, суффозия (появление просадочных воронок). Среди антропогенных факторов, ведущую роль играют: загрязнение почвенно-растительного покрова в ходе сельскохозяйственной, промышленной и горнодобывающей деятельности, подтопление почв, загрязнение поверхностных и подземных вод, безвозвратные потери воды. Так, ухудшение гидроэкологической ситуации в бассейне реки на территории Яковлевского района вызвано сельскохозяйственным производством (в особенности развитием животноводческой отрасли) и деятельностью промышленных предприятий, о чем свидетельствуют данные, представленные в работах [44-46]. В частности, в ходе гидрохимического мониторинга выявлено азотное загрязнение рек [44]. В работах [45-47] приводятся данные о поступление шахтных вод Яковлевского ГОКа к водоотливному комплексу за последние 10 лет и показано, что эти данные не выходят за рамки принятых проектных величин. Установлен рост микробной массы в дисперсных средах (железистых рудах), что влечет развитие биокоррозии [47]. Наблюдается значительное расширение депрессионной воронки в зоне ведения горных работ, которое произошло в результате дренажных мероприятий [45].

Животноводство в Яковлевском районе представлено скотоводством молочно-мясного направления, овцеводством, птицеводством и свиноводством [42]. Выявлено, что промышленные предприятия (в частности, свиноводческие комплексы и мясоперерабатывающие

заводы) способствуют формированию устойчивых ареалов загрязнения окружающей среды, в которых отмечен близкий к высокому уровень концентрации вредных веществ. В загрязненном воздухе находятся опасные газы, содержащие N-нитрозоамины [5]. Наиболее низкое средневзвешенное валовое содержание цинка в почвах – 37 мг/кг, меди – 13,3, свинца – 13,3 мг/кг отмечено в местах, где преобладают черноземы типичные и выщелоченные [32]. В связи с высоким водопотреблением предприятий актуальным становится увеличения количества очистных сооружений и внедрение новых способов очистки производственных стоков. При этом возникают риски отвода плодородных земель под строительство таких объектов.

Согласно данным Министерства природных ресурсов и экологии РФ, на территории Яковлевского района действуют ООПТ (общей площадью 28 424,5 га) следующих категорий: *государственные природные заказники* – Государственный природный комплексный (ландшафтный) заказник регионального значения «Угримский» (15 650 га) и Триречье (9 583 га), Зеленые насаждения ОГУ Яковлевское лесничество (бывшее Гостищевское лесничество) (2 310,4 га и 160,9 га), Старинный парк с деревьями-долгожителями (2 га), Коньков лес (участок дубового и соснового леса вокруг лесного кордона в урочище Коньков лес) (34 га), Ракитовая роща с болотом в пойме р. Липовый Донец (в с. Непхаево) (30 га), Ольховая роща с болотом в пойме р. Липовый Донец вблизи с. Вислое (10 га), Ракитовая роща с болотом в пойме р. Липовый Донец (Ракитовая роща в с. Непхаево) (30 га); *памятники природы* – Родник в урочище «Примакова пасека», Родник на территории рыбхоза «Ключики», Источники р. Саженский Донец, Родник в балке «Шалова лощина», Родник в балке с. Смородино, Родник в урочище «Маршалково», Родник на южной окраине с. Триречно, Родники на окраине с. Непхаево, с. Алексеевка, с. Быковка и с. Крапивка, между с. Сажное и рыбхозом «Ключики», между с. Раково и х. Чапаево, Родник «Зайчиков колодец», Родник на опушке леса в урочище «Захарьино» (по 0,8 га каждый); у*рочища* – Рыково, Вязовое, Пристенок, Большой лог, Захаренское (290 га), Маршалково кварталы № 87-93 ОКУ Яковлевское лесничество (бывшее Томаровское лесничество) (311 га); *природный парк* Старинный липовый парк с деревьями» (4 га). Удельный вес земель ООПТ составляет от 0,4 до 0,8% [29, 30].

Определено, что существующих ООПТ недостаточно для сохранения уровня биоразнообразия и поддержания степных и лесостепных ландшафтов в устойчивом экологическом состоянии. Выявляется неравномерность и фрагментарность их распределения по территории района, несоответствие соотношения доли ООПТ и доли антропогенно-нарушенных земель. Отмечено, что часто размещение ООПТ не связано с особенностями хозяйственной организации района, местонахождением объектов АПК, ГДК и сопутствующей им инфраструктуры, а также транспортной сети. Зачастую по экологическим коридорам проложены транспортные магистрали, что приводит к усилению негативного воздействия на ландшафты и биоту. Один из таких примеров – железная дорога и автомобильная магистраль вблизи с. Гостищево, где отсутствие буферного пространства и экологических коридоров между микрорайонами в населенных пунктах способствует росту овражно-балочной сети, ограничивающей хозяйственную деятельность, снижающей разнообразие лугово-степных и лесостепных ландшафтов и увеличивающей интенсивность антропогенной нагрузки на склоновые комплексы. Важно подчеркнуть, что существует проблема выделения границ ООПТ, приуроченных к природным рубежам и речным долинам.

Для уменьшения масштабности и интенсивности проявления выявленных негативных факторов и снижения остроты проявления конфликтов природопользования следует создать ПЭК с учетом действующего современного использования земель. ПЭК должен состоять из таких элементов как: ядра, узлы, экологические коридоры (долинные комплексы и приводораздельные участки), а также включать многофункциональные буферные зоны, различные виды нарушенных земель, составляющих его реставрационный фонд [10, 22]. В качестве границ элементов ПЭК могут быть приняты границы ареалов максимальной концентрации краснокнижных видов и основных промысловых видов животных, объектов, имеющих природную ценность [17]. В качестве ядер каркаса могут быть выбраны ООПТ, узлов – лесные массивы, относящиеся к первой группе лесов (выполняющие водоохранные, защитные и санитарно-гигиенические функции). Также в структуру ПЭК можно было бы включать и земли лесного фонда, и малоиспользуемые пастбища, многолетние насаждения, а также осуществлять перевод малопродуктивной пашни и земель с низкой урожайностью в категорию земель природоохранного назначения.

Установлено, что ПЭК в Яковлевском районе вмещает не только ООПТ и участки лесного фонда, но и сельскохозяйственные угодья, частично земли промышленности, объектов ГДК и АПК, а также селитебные территории. При этом зачастую, в границах ПЭК находятся эрозионно-опасные участки, территории проявления карста и оползневых процессов, места с нарушенным почвенно-растительным покровом, угнетенными биологическими видами и загрязненными водными объектами. Эти территории могут попадать в буферную зону ПЭК и ограничивать экологические коридоры для миграции видов животных. В сложившихся условиях необходимо создание узлов между ядрами, что поможет ограничить воздействие предприятий ГДК и АПК на ООПТ, долинно-ручные комплексы. Важным становится и перевод земель в пределах ПЭК в категорию земель природоохранного назначения.

Заключение и выводы. Анализ территории Яковлевского района Белгородской области в ракурсе снижения антропогенных нагрузок через создание природно-экологического каркаса (ПЭК) позволяет прийти к следующим выводам:

1. Яковлевский район, в целом, имеет благоприятные перспективы для создания ПЭК при условии решения проблем, вызванных нерациональным природопользованием.

2. Для исследуемого района ПЭК имеет и природоохранное значение, и важен для поддержания степных и лесостепных ландшафтов в устойчивом состоянии, сохранения регионального биоразнообразия, естественных сообществ и экосистем.

3. Основной проблемой создания единого ПЭКа является отсутствие непрерывной связи между ядрами и узлами, что вызвано сельскохозяйственным, горнопромышленным и селитебным природопользованием, которое осуществляется в границах экологических коридоров. Так, земли в пределах долинных комплексов, которые потенциально могли бы входить в структуру ПЭК и создавать непрерывные экологические коридоры, зачастую используются в качестве пастбищ и сенокосов, а на террасах размещаются пашни.

4. Создание ПЭК на хозяйственно-преобразованных территориях с интенсивным развитием эрозионных, карстовых и оползневых процессов, ускоряющихся вследствие нарастающей сельскохозяйственной и горнодобывающей деятельности, способно снизить антропогенные нагрузки через их оптимальное распределение и рациональное использование. Важно отметить, что незначительная доля территорий со средозащитными функциями обуславливает необходимость их расширения при проектировании ПЭК, среди которых могут быть лесные массивы и водоохранные зоны. Следует осуществить перевод части земель сельскохозяйственного и промышленного назначения в категорию ООПТ.

В условиях выявленных прогрессирующих нарушений природной среды, конфликтности и нерационального осуществления природопользования приоритет должен быть отдан расширению сети ООПТ, что можно достичь посредством организации ПЭК. Однако, в сложившихся условиях, создание устойчивого и грамотно спланированного ПЭК носит долговременный характер.

Список литературы

1. Дроздова Е.А., Корнилов А.Г., Добровольская О.А. Воздействие горнодобывающих предприятий Курской магнитной аномалии на геохимическое состояния почвенного покрова (на примере Яковлевского рудника) // Эколого-геоморфологические исследования в урбанизированных и техногенных ландшафтах: Сб. материалов Всеросс. летней молод. школы-конф. / гл. ред. И.В. Никонорова. Чебоксары: ООО «ЦНС Интерактив плюс», 2015. С. 144-150.

2. Nekrich A.S. Agricultural lands in the steppe Belgorod region: specifics of use and causes of dynamics // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. No. 817. P. 012075. DOI 10.1088/1755-1315/817/1/012075.

3. Некрич А.С. Оценка эколого-хозяйственного состояния территорий Старооскольского, Губкинского и Яковлевского административных районов Белгородской области // Проблемы региональной экологии. 2007. № 4. С. 28-33.

4. Созонов К.В. Повышение эффективности разработки богатых железных руд Яковлевского месторождения // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2017. № 1. С. 153-159.

5. Игнатенко С.А. Влияние животноводства Белгородской области на окружающую среду // Геоэкология и рациональное природопользование: от науки к практике: Материалы III Всеросс. (с междунар. уч.) науч.-практ. конф. молодых ученых / отв. ред. А.В. Петин. Белгород: ИНЦ «Политерра», 2009. С. 92-94.

6. Корнилов А.Г., Колчанов А.Ф., Присный А.В., Петирин А.Н., Кичигин Е.В., Калмыков С.Н. Аспекты конфликтности природопользования на примере Яковлевского рудника Белгородской области // Экологические системы и приборы. 2006. № 12. С. 30-39.

7. Пакина А.А., Лужков Р.С., Зенгина Т.Ю. Анализ структуры землепользования для формирования природно-экологического каркаса Белгородской области // Вестник Московского городского педагогического университета. Сер. Естественные науки. 2023. № 3 (51). С. 46-60. DOI 10.25688/2076-9091.2023.51.3.04.

8. Указ Президента РФ от 21.07.2020 N 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». URL: https://base.garant.ru/74404210/?ysclid=lrg5ldx3g3257516580 (дата обращения: 16.01.2024).

9. Родоман Б.Б. Поляризация ландшафта как средство сохранения биосферы и рекреационных ресурсов // Ресурсы, среда, расселение. М.: Наука, 1974. С. 150-162.

10. Чибилёва В.П. Разработка модели природноэкологического каркаса регионального и макрорегионального уровня на примере Оренбургской области // Проблемы геоэкологии и степеведения. Т. II. Развитие научной школы в Институте степи УрО РАН. Екатеринбург, 2010. С. 285-294.

11. Некрич А.С. Сельскохозяйственные угодья в степной зоне Белгородской области: особенности использования и причины динамики // Степи Северной Евразии: Материалы IX Междунар. симпоз. / под науч. ред. А.А. Чибилёва. Оренбург: ОГУ, 2021. С. 1034-1035.

12. Тишков А.А. Охраняемые природные территории и формирование каркаса устойчивости // Оценка качества окружающей среды и экологическое картографирование. Невель: ИГ РАН, 1995. С. 94-107.

13. Тишков А.А., Белоновская Е.А., Золотухин Н.И., Титова С.В., Царевская Н.Г., Чендев Ю.Г. Сохранившиеся участки степей как основа будущего экологического каркаса Белгородской области // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26, № 1. С. 43-53. DOI 10.24411/1993-3916-2020-10082.

14. Дроздова Е.А., Корнилов А.Г., Белицкая Ю.С. Экологический каркас в схеме благоустройства Белгородской области. Геология, география и глобальная энергия. 2013. № 4(51). С. 182-190.

15. Соболев Н.А. Предложения к концепции охраны и использования природных территорий // Охрана дикой природы. 1999. № 3. С. 20-24.

16. Соболев Н.А., Белоновская Е.А., Титова С.В., Тишков А.А. Размеры степных заповедников и характерное пространство обитания популяций различных видов живых организмов // Вопросы степеведения. № XV. Оренбург: ИС УрО РАН, 2019. С. 307-310.

17. Лужков Р.С., Пакина А.А. Анализ структуры землепользования староосвоенного региона для целей формирования природно-экологического каркаса с применением ГИС-технологий (на примере Белгородской области) // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Матлы Междунар. конф. 2021. Т. 27. Ч. 4. С. 105-119. DOI 10.35595/2414-9179-2021-4-27-105-119.

18. Владимиров В.В. Актуальность предпосылки экологического программирования в районной планировке // Вопросы географии. М.: Мысль, 1980. № 113. С. 109-117.

19. Каваляускас П. Системное проектирование сети особо охраняемых территорий // Геоэкологические подходы к проектированию природно-технических геосистем. М.: ИГ АН СССР, 1985. С. 145-153.

20. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.

21. Рунова Т.Г., Волкова И.Н., Нефедова Т.Г. Территориальная организация природопользования. М.: Наука, 1993. 208 с.

22. Chibilyova V., Chibilyov A. Natural-ecological net as the way of territory management: analysis of definitions // Norwegian journal of development of the international science. 2018. No. 17. P. 24-26.

23. Елизаров А.В. Экологический каркас – стратегия степного природопользования XXI века // Самарская Лука. 2008. Т. 17. № 2(24). С. 289-290.

24. Нарбут Н.А. К вопросу об управлении экологическим каркасом территории // Региональные проблемы. 2015. Т. 18. № 1. С. 43-47.

25. Новиков Д.В., Исаев А.С. Формирование экологического каркаса территории при землеустройстве // Природообустройство. 2012. № 2. С. 7-12.

26. Белгородская область в цифрах. 2022: Кратк. стат. сб. // Белгородстат. 2022. 236 с. URL: https://belg.gks.ru/storage/mediabank/0107_2022.pdf (дата обращения: 14.01.2024).

27. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Белгородской области в 2021 году». URL: https://belregion.ru/Госдоклад%202021.pdf (дата обращения: 12.01.2024).

28. ООПТ России. URL: http://www.oopt.aari.ru/ (дата обращения: 17.01.2024).

29. Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство. Белгород: КОНСТАНТА, 2018. 200 с.

30. Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области: электронный атлас. URL: https: www.maps.bsu.edu.ru›atlas/ (дата обращения: 07.11.2023).

31. Лисецкий Ф.Н., Марциневская Л.В. Оценка развития линейной эрозии и эродированности почв по результатам аэрофотосъемки // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2009. № 10(58). С. 39-43.

32. Лукин С.В. Агроэкологическое состояние и продуктивность почв Белгородской области. Белгород: КОНСТАНТА, 2016. 344 с.

33. Корнилов А.Г., Киселев В.В., Курепина В.А., Лопина Е.М., Боровлев А.Э. Биогенное загрязнение водных объектов в сельскохозяйственных районах Белгородской области // Региональные геосистемы. 2023. № 47(1). С. 76-87.

34. Некрич А.С. Использование ГИС-технологий при проведении комплексной геоэкологической оценки районов разработки месторождений КМА // Геология, география и глобальная энергия. 2008. № 3. С. 51-54.

35. Некрич А.С. Нарушения природной среды в местах разработки железорудных месторождений в Белгородской области // Известия Российской академии наук. Серия Географическая. 2006. № 6. С. 81-87.

36. Tishkov A.A., Nekrich A.S. Factors of territorial differentiation of the agricultural landscape and prospects for the preservation of steppes in Belgorod Oblast // Arid Ecosystems. 2022. V. 12. No. 2. P. 131-141. DOI 10.1134/S2079096122020123.

37. Саблина О.М., Чендев Ю.Г., Шайдурова А.В. Закономерности распределения овражных форм на территории Белгородской области / Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: Материалы VIII Междунар. науч. конф. / под ред. М.А. Польшиной. Белгород: Изд. дом «Белгород», 2019. С. 368-371.

38. Чендев Ю.Г., Петин А.Н., Серикова Е.В., Крамчанинов Н.Н. Деградация геосистем Белгородской области в результате хозяйственной деятельности // География и природные ресурсы. 2008. № 4. С. 69-75.

39. Петин А.Н., Лебедева М.Г., Петина М.А., Чендев Ю.Г., Крымская О.В. Применение ГИС-технологий для оперативной оценки агроклиматических условий // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2017. Т. 23. С. 209-219.

40. Белицкая Ю.С., Корнилов А.Г. Об оценке экологической ситуации агрохозяйственных территорий, обусловленной внепроизводственной антропогенной нагрузкой // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 1999. № 21(140). С. 140-142.

41. Официальный сайт Росстата. 2022. URL: https: www.rosstat.gov.ru (дата обращения: 09.01.2024).

42. Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области / под. ред. С.В. Лукина. Белгород: БелГУ, 2007. 556 с.

43. Дроздова Е.А., Курганская К.А., Морозова Д.Е. Трансформация лесопокрытых территорий Белгородской области (на примере Яковлевского района) // Журналистика и география: Сб. материалов Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Воронеж: ВГУ-Кварта, 2020. С. 176-180.

44. Истомина Е.А., Корнилов А.Г. Геоэкологическая ситуация в бассейне реки Северский Донец // Геология, география и глобальная энергия. 2022. № 1 (84). С. 90-97. DOI 10.54398/2077-6322_2022_1_90.

45. Сергеев С.В., Лябах А.И., Зайцев Д.А. Опыт разработки богатых железных руд Яковлевского месторождения КМА // Научные ведомости. Сер. Естественные науки. 2011. Вып. 14, № 3 (98). С. 200-208.

46. Еланцева Е.А., Фоменко С.В. Влияние разработки Яковлевского железорудного месторождения на гидродинамический режим подземных вод // Природопользование: от истории к современности. Куражковские чтения: Материалы I Междунар. науч.-практ. конф. / сост. А.Н. Бармин. Астрахань: ФГБЩУ ВО «Астраханский гос. ун-т», 2022. С. 196-199.

47. Ковалева Е.Н. Анализ и оценка изменения гидрогеологических условия на основе результатов гидрогеодинамического мониторинга (Яковлевский рудник КМА) // Геоэкология и рациональное природопользование: от науки к практике: Материалы III Всеросс. (с междунар. уч.) науч.-практ. конф. молодых ученых / отв. ред. А.В. Петин. Белгород: ИНЦ «Политерра», 2009. С. 163-166.

УДК 581.4:581.5:582.951.64
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-908-914

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ *VERONICA SPURIA L.*

THE INFLUENCE OF CLIMATIC CONDITIONS ON THE FORMATION OF MORPHOLOGICAL FEATURES OF *VERONICA SPURIA L.*

Немерешина О.Н.[1], Филиппова А.В.[2], Гусев Н.Ф.,[3] Карпова Н.Г.[4]
Nemereshina O.N.[1], Filippova A.V.[2], Gusev N.F.[3], Karpova N.G.[4]

[1]ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет», Оренбург, Россия
[2,3,4]ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», Оренбург, Россия
[1]Orenburg State Medical University, Orenburg. Russia
[2,3,4]Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

E-mail: [1]olga.nemerech@rambler.ru, [2]kassio-67@yandex.ru, [4]olo-natasha@yandex.ru

Аннотация. Настоящая работа посвящена исследованию морфологии *Veronica spuria* L. (вероника метельчатая) семейства Plantaginaceae Juss. (подорожниковые), произрастающей в лесостепной и степной зонах Оренбургской области в местах обитания с различными показателями гидротермического коэффициента (ГТК). Установлено, что экологические условия в месте произрастания оказывают существенное влияние на вариабельность морфологических показателей вегетативных и репродуктивных органов растений данного вида. В частности, значительная вариабельность морфологических показателей обнаружена у вероники метельчатой лесостепной зоны (ГТК=0,8), что отражено в структуре листа, характере листорасположения и типах соцветий (кисти фрондулезного типа). Популяции вероники метельчатой, произрастающие в степной зоне области (ГТК составляет 0,8-0,6 единиц), имеют кисти соцветий фрондозно-фрондулезного типа. В сухостепной подзоне степной зоны южных районов (ГТК от 0,6 единиц и менее) у растений вероники метельчатой выявлены иные типы расположения листа и соцветия представлены щитковидными кистями фрондозного типа.

Ключевые слова: климат, гидротермический коэффициент, *Veronica spuria L.,* зональность, морфология растений, вариабельность.

Abstract. This work is devoted to the study of the morphology of Veronica spuria L. (Veronica paniculata) of the Plantaginaceae Juss. family in the forest-steppe and steppe zones of the Orenburg region in habitats with different indicators of the hydrothermal coefficient (HTC). It has been established that environmental conditions in the place of growth have a significant impact on the variability of morphological parameters of vegetative and reproductive organs of plants of this species. In particular, significant variability of morphological parameters was found in Veronica paniculata of the forest-steppe zone (HTK=0.8), which is reflected in the leaf structure, the nature of leaf arrangement and types of inflorescences (frondulosa type brushes). Populations of Veronica paniculata, growing in the steppe zone of the region (HTC is 0.8-0.6 units), have clusters of frondosa-frondulosa inflorescences. In the dry-steppe subzone of the steppe zone of the southern regions (HTC from 0.6 units or less), other types of leaf arrangement were revealed in Veronica paniculata plants and inflorescences are represented by corymbose racemes of the frondosa type.

Key words: climate, hydrothermal coefficient, *Veronica spuria L.,* zonality, plant morphology, variability.

Введение. Изменение климата на юго-востоке Восточно-Европейской равнины, куда входит и Оренбургская область, наблюдаемое в последние десятилетия, приводит к смене растительного покрова на значительной территории [1]. При этом у растений отмечается внутривидовая изменчивость, результаты исследования которой необходимы для познания структуры вида и закономерностей процесса микроэволюции [2]. С другой стороны, подобные исследования по изменчивости и вариабельности растений могут служить теоретической основой селекции и систематики растений [3, 4].

Вид, по современным воззрениям, не является однородным, а обладает внутривидовым полиморфизмом и представляет сложный комплекс, состоящий из групп и популяций растений, различающихся порой незначительными, отдельными морфологическими, физиологическими и экологическими признаками и их совокупностью [5, 6]. Поименованные отклонения в структуре растений, связанные с климатом, имеют значение при инвентаризации флористического состава региона. Влияние гидротермических условий на морфологические параметры и продуктивность видов имеют большое значение для современного ресурсоведения, особенно в условиях изменения климата [7].

Поэтому исследования вариабельности морфологии *Veronica spuria* L., связанные с влиянием засушливого климата в лесостепной и степной зонах Оренбуржья, представляет интерес для систематики и практики ресурсоведения в регионе.

Цель исследований: изучить влияние климата с различными показателями гидротермического коэффициента (ГТК) на морфологию – вегетативных и репродуктивных органов *Veronica spuria*, встречающейся в лесостепной и степной зонах Оренбуржья.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования нами было взято растение – *Veronica spuria* (вероника метельчатая, ложная) семейства Plantaginaceae Juss. (подорожниковые). Вероника метельчатая – многолетнее травянистое растение, мезоксерофит, пратант, гемикриптофит [8, 9]. Растение имеет прямостоячий стебель, высотой до 100 см, ветвистый в верхней части. Листья вероники метельчатой ланцетные или удлиненно-эллиптические, пиловидно-зубчатые по краю, острые, при основании клиновидно-суженные в короткий черешок. Соцветия вида представляют удлиненные кисти, на концах стебля, собранные в метелку [8].

Вероника метельчатая произрастает в центральных и южных областях Западной Европы [8, 9]. В России вид встречается в центральных и южных областях Европейской части, на Северном Кавказе, Южном Урале, Западной Сибири и в Северном Казахстане [7, 4]. Вероника метельчатая встречается во всех районах Оренбуржья, с преобладанием в растительных сообществах лесостепной зоны [9, 10]. Вид предпочитает луговые степи, колковые леса, опушки колков и редколесье на остепненных лугах, а также нередко встречается в кустарниковых степях [10].

В Оренбургской области растение используется местным населением в народной медицине и ветеринарии, что согласуется с тем, что в надземной части (трава) вероники метельчатой обнаружен комплекс биологически активных веществ и микроэлементов [11, 12].

Несмотря на обширный ареал *Veronica spuria* в Евразии, встречающейся в различных экологических условиях, вид в отношении морфологических признаков и вариабельности, изучен пока недостаточно [4].

При изучении морфологии и вариабельности *Veronica spuria* нами были использованы материалы агроклиматического районирования, принятого в области [13, 14]. В основу районирования положен гидротермический коэффициент (ГТК) с различными показателями сухости климата на территории, изменяющегося (0,8-0,6) по направлению с севера на юг. Поэтому нами для исследования взяты образцы растений, встречающиеся в зонах с различными показателями ГТК *(таблица 1)*. Изучение морфологии объектов проводили в природе, в период цветения растений. При описании структуры растений были использованы методы, изложенные в отечественной литературе и принятые в морфологии и экологии растений [4, 8]. При описании растений проводили подсчет морфологических показателей: высота растений, количество листьев, листорасположение, типы соцветий, высота терминальной и латеральных кистей.

Результаты эксперимента. По результатам исследования установлено, что *V. spuria*, встречающаяся в местообитаниях и зонах с различными показателями ГТК, представляет [4] высоко-вариабельный вид, что связано с колковыми лесами, лесными опушками, сухими лугами и подножьями склонов на территории. Особо заметным показателем изменчивости вида является соцветие растения, представляющие один из важнейших систематических признаков, а иногда внутривидовой систематики растений рода *Veronica* [15, 16].

Образцы популяций *V. spuria* в лесостепной зоне (колковые леса, при средней выборке из 20 экземпляров растений) (ГТК=0,8) имеют наиболее высокий габитус, превышающий признаки растений других зон и местообитаний (*таблица 1, рисунок 1*). Высота исследуемых растений этих мест достигает одного метра с количеством листьев на стебле более 100 единиц и превышающая длину междоузлий растений других мест обитаний *(таблица 1)*. Листья *Veronica spuria* нижнего и среднего яруса мутовчатые, по 3 в мутовке, а верхние – супротивные. Средние листья длиной до 7 см и шириной около 15 мм. Соцветия растений представляют кисти фрондулезного типа *(рисунок 1)*. У указанных растений выделяется главная цветочная ось высотой около 15 см, с числом латеральных кистей 9 единиц, что наблюдается у многолетних вероник, встречающихся в зонах со слабой засушливостью [8].

В степной зоне, менее засушливой территории, с ГТК 0,6-0,8 единиц обнаружены в кустарниковых степях, колковых лесах и у подножья склонов Пономаревского, Оренбургского и Акбулакского районов популяций вероники метельчатой с признаками, имеющими параметры по высоте растения, ширине листовой пластинки и типов соцветия, а также листорасположением *(таблица 1, рисунок 1-3).* Среди них: высота стебля (до 71 см) с короткими междоузлиями и

числом листьев до 60 единиц. Все листья на стебле мутовчатые и узкие, шириной до 6 мм и длиной более 5 см, что наблюдается у растений засушливых зон [18]. Соцветия у *V. spuria,* встречающейся в указанной зоне, представляют кисти фрондозно-фрондулезного типа *(рисунок 2)*. У популяций вида, встречающихся в степной зоне, высота главной цветочной оси более 14 см и числом латеральных кистей около 8 единиц, почти одинаковых по высоте и строению с однотипных растениями лесостепной зоны Оренбургского района *(рисунок 2, таблица 1)*.

Таблица 1

Морфологические показатели *Veronica spuria L.* лесостепной и степной зон Оренбуржья

№ п/п	Признаки (см, мм, шт.)	Предуралье. Лесостепь. Березовые колковые леса (Пономаревский р-н)	Предуралье. Степная зона. Остепненные луга (Оренбургский р-н)	Предуралье. Типичная степь. Сухо-степная подзона степной зоны (Акбулакский р-н)
1	Высота стебля (см)	96,4±5,1	70,6±1,4	50,3±2,6
2	Количество листьев на стебле (шт.)	101,2±2,0	59,3±4,2	30,0±0,4
3	Число междоузлий (шт.)	31,09±0,2	16,5±1,3	12,4±2,1
4	Длина междоузлий (мм)	15,0±1,3	12,0±0,22	11,4±0,32
5	Ширина листа среднего яруса (мм)	6,9±4,6	5,28±1,0	4,52±0,6
6	Длина листа среднего яруса (см)	14,3±0,6	5,8±3,4	5,0±0,2
7	Длина верхнего листа (см)	3,8±2,0	3,2±0,14	2,6±0,4
8	Ширина верхнего листа (мм)	5,8±0,14	3,1±0,2	4,1±0,24
9	Длина главной цветочной оси (см)	14,8±0,7	14,5±2,0	8,9±0,03
10	Число латеральных кистей (шт.)	9,0±0,05	7,2±0,07	6,2±0,04
11	Высота латеральных кистей (см)	12,1±0,16	11,67±0,4	8,81±1,3
12	ГТК	0,8 единиц	0,6-0,8 единиц	0,6 единиц

Популяции *V. spuria,* встречающиеся на сильно засушливой территории, сухо-степной подзоны степной зоны, плакорные участки южных районов (Акбулакский р-н), с ГТК 0,6 и менее единиц, представляют совершенно другие морфологические показатели надземных – вегетативных и репродуктивных органов *(рисунок 3, таблица 1)*. В злаково-разнотравных ассоциаций Акбулакского района высота растения достигает полметра, с количеством листьев на стебле 30 единиц и короткими междоузлиями *(таблица 1)*. На стебле нижние и средние листья мутовчатые, по 3 штуки в мутовке, а верхние (одна пара) – супротивные. Длина пластинки листа вида около 4,5 см, а ширина около 5 мм. Все листья популяций *V. spuria* плакорных участков Акбулакского района жесткие за счет бугорчатых волосков, с тупой верхушкой и направлены косо вверх. Соцветие у вида сложное, представляет щитковидную кисть фрондозного типа *(рисунок 3)*. Плотное щитковидное – соцветие кистей вида, встречающегося в сухостепной подзоне степной зоны Акбулакского района, представляет собой синфлоренции (объединение соцветий), что следует отнести к диагностическим признакам растения.

Таким образом, можно предполагать, что особенности строения генеративных органов *V. spuria* в значительной мере определяются гидротермическими условиями в месте произрастания *(таблица 1, рисунки 1-3)*. В более мягких условиях лесостепи тип соцветий вероники метельчатой определен нами как фрондулезный. В засушливых условиях сухостепной зоны Оренбуржья тип соцветия вероники метельчатой – фрондозный. В Оренбургском районе произрастает популяция вероники метельчатой с соцветиями фрондозно-фрондулезного типа.



Рисунок 1. *Veronica spuria.* Колковые леса (Пономаревский район Оренбургской области). Соцветие-кисть фрондулезного типа.



Рисунок 2. *Veronica spuria.* Типичная степь, плакор (Оренбургский район Оренбургской области). Соцветие – кисть фрондозно-фрондулезного типа.

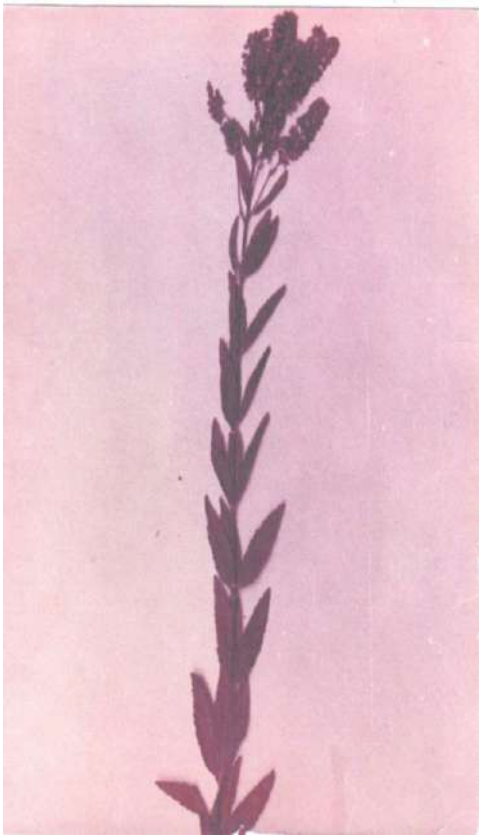


Рисунок 3. *Veronica spuria.* Местообитание – сухо-степная подзона степной зоны (Акбулакский район Оренбургской области). Соцветие – щитковидная кисть фрондулезного типа.

Результаты исследования морфологических параметров популяций *V. Spuria,* встречающихся в трех районов Оренбургской области, указывают на вариабельность вида и зависимость строения генеративных и вегетативных органов растений от гидротермического коэффициента в районе произрастания *(рисунки 4, 5)*.

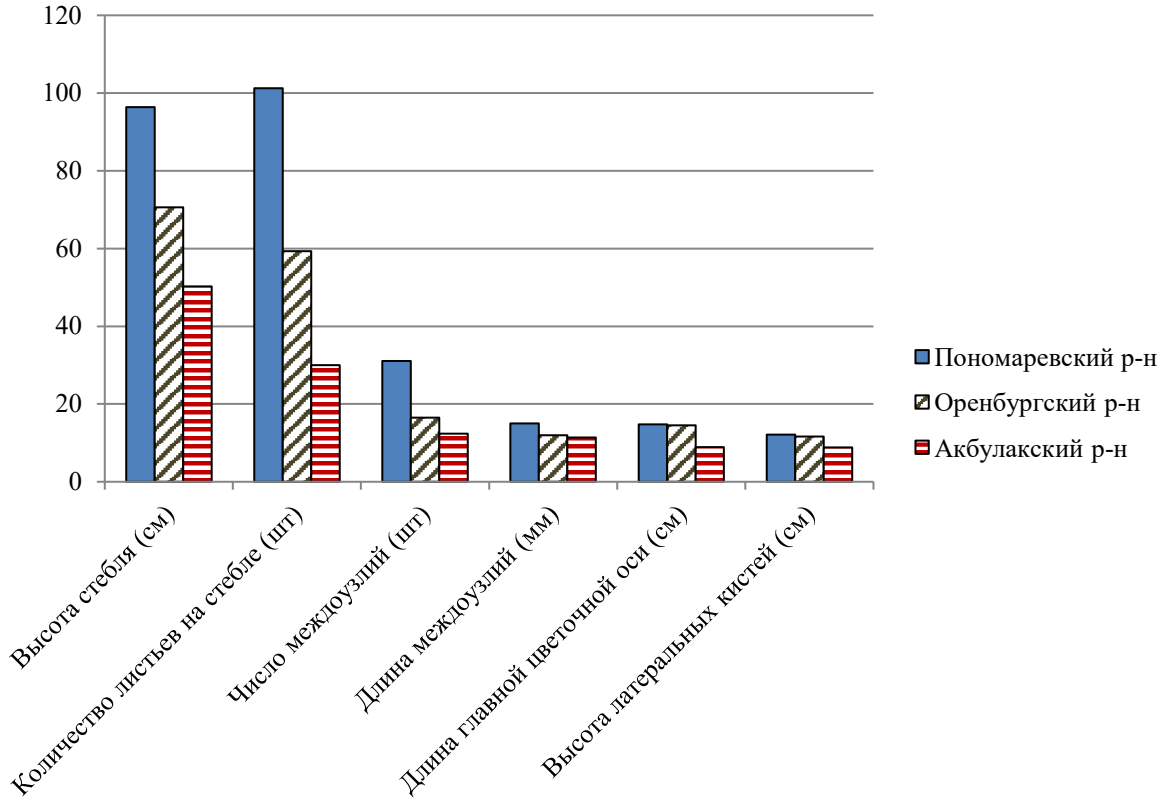


Рисунок 4. Морфологические параметры вероники метельчатой, произрастающей в различных районах Оренбургской области (часть 1).

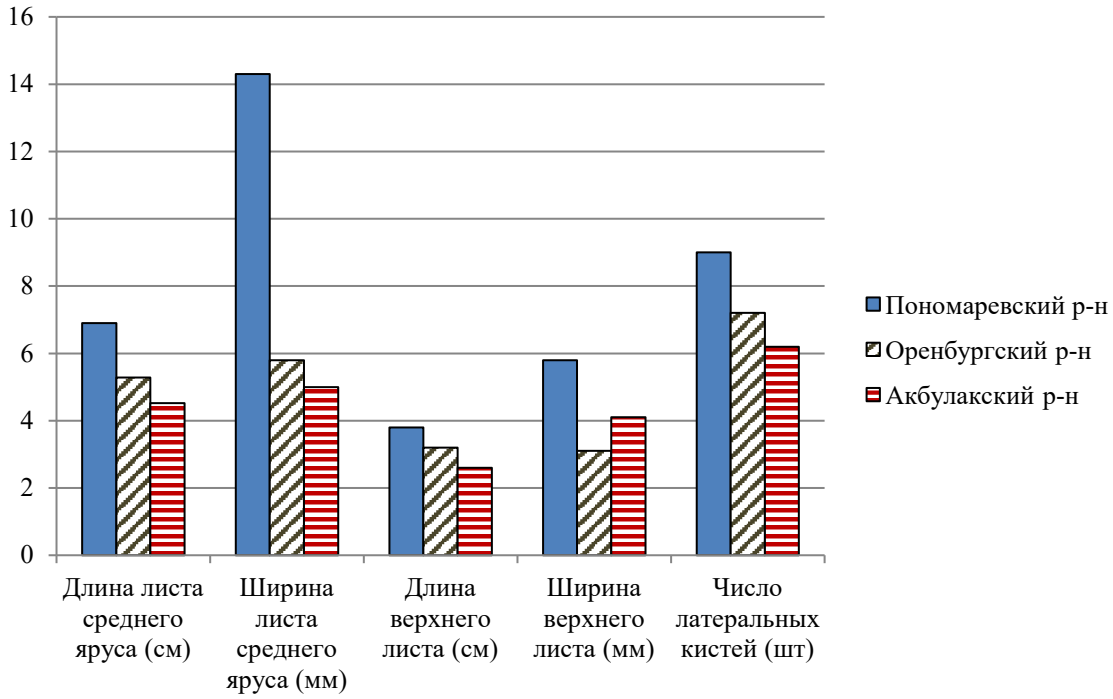


Рисунок 5. Морфологические параметры вероники метельчатой, произрастающей в различных районах Оренбургской области (часть 2).

Так, по высоте стебля, количеству листьев, числу и длине междоузлий безусловно преобладают растения вероники метельчатой, встречающаяся в лесостепной зоне Пономаревского района (ГТК=0,8) *(рисунки 4, 5)*. Растения вероники метельчатой Акбулакского района (ГТК=0,6) демонстрируют нам минимальные показатели морфологических параметров представленных на *рисунке 4*. Вероника метельчатая, произрастающая в Оренбургском районе характеризуется в основном средними показателями морфологических параметров, что коррелирует со средними же показателями ГТК данного района (от 0,6 до 0,8) (*рисунки 4, 5*).

Работа с литературными источниками позволяет нам утверждать, что популяции вида *V. spuria,* встречающихся в различных районах Оренбургской области, имеют отличия от структуры растений других зон [4, 8, 17, 18], что обусловлено влиянием гидротермических параметров среды на рост и развитие растений [7, 15, 16, 19]. Поэтому нами был рассчитан коэффициент корреляции морфологических параметров вероники метельчатой с показателями гидротермического коэффициента. В исследуемых районах коэффициент корреляции ГТК и параметров исследуемого вида *V. spuria* колеблется от 0,62 до 0,99, что доказывает высокий уровень корреляции морфологических параметров растений с климатическими условиями в районе произрастания *(таблица 2)*.

Таблица 2

Корреляция морфологических показателей *Veronica spuria* L. с величиной гидротермического коэффициента в месте произрастания

№ п/п	Признаки, коррелируемые с величиной ГТК	Коэффициент корреляции
1	Высота стебля	0,99
2	Количество листьев на стебле	0,99
3	Число междоузлий	0,95
4	Длина междоузлий	0,93
5	Ширина листа среднего яруса	0,90
6	Длина листа среднего яруса	0,98
7	Длина верхнего листа	0,99
8	Ширина верхнего листа	0,62
9	Длина главной цветочной оси	0,89
10	Число латеральных кистей	0,98
11	Высота латеральных кистей	0,92

Исследование морфологических параметров популяций вероники метельчатой, произрастающих в трех районах Оренбургской области, позволяют сделать вывод о значительной вариабельности вида в целом и о зависимости параметров растений от гидротермического коэффициента в районе произрастания *(таблицы 1, 2, рисунки 4, 5)*.

Выводы

1. Популяции *Veronica spuria,* встречающиеся в условиях резко континентального климата Южного Урала, проявляют высокий уровень вариабельности морфологических параметров, обусловленный климатическими условиями на территории произрастания.

2. Изменения морфологических показателей вегетативных и репродуктивных органов *Veronica spuria,* встречающейся в лесостепной и степной зонах Оренбуржья, тесно коррелируют с показателями гидротермического коэффициента в районах произрастания.

3. Соцветия *Veronica spuria,* считающиеся важным диагностическим признаком видов вероник, представлены в Оренбургской области кистями различного строения – фрондозного, фрондулезного и фрондозно-фрондулезного типа. Указанный факт ранее не был отмечен исследователями-вероникологами у одноименных растений, встречающихся в условиях мягкого климата.

4. Популяции вида *Veronica spuria,* произрастающие в лесостепной зоне (Пономаревский район Оренбургской области), обладают наибольшим морфологическими признаками и общим габитусом по сравнению с растениями, встречающихся в районах области с более низким гидротермическим коэффициентом. Растения вида *Veronica spuria* имеют большую биологическую массу по сравнению с другими растениями и могут дать высокий результат по потенциалу для использования в хозяйственной деятельности.

Список литературы

1. Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Прогнозирование урожайности зерновых культур в Оренбургской области в условиях изменения климата // Степи Северной Евразии: материалы IX междунар. симпоз. Оренбург, 2021. С. 669-677.

2. Тимофеев-Ресовский и др. Краткий очерк теории эволюции. М.: Наука, 1977. 297 с.

3. Pérez-Ramos I.M. et al. Functional traits and phenotypic plasticity modulate species coexistence across contrasting climatic conditions // Nature communications. 2019. Vol. 10. No 1. P. 2555.

4. Савиных Н.П. Род вероника: морфологии и ее эволюция жизненных форм. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2006. 324 с.

5. Вавилов Н.И. закон гомологических рядов в наследственной изменчивости // Классики советской генетики. Л.: Наука, 1968. С. 9-50.

6. Тахтаджян А.Л. Биосистематика: прошлое, настоящее и будущее // Бот. журн. 1970. Т. 55. Вып. 3. С. 331-345.

7. Szczepanek M. et al. Response of Indian dwarf wheat and Persian wheat to sowing density and hydrothermal conditions of the growing seasons // Agriculture. 2022. Т. 12. No 2. С. 205.

8. Кагарлицкая Т.Н. Онтогенез и эволюция жизненных форм вероник секции Pseudo-Lysimachium Koch: Автореф. дисс. … канд. биол. наук. М., 1981. 16 с.

9. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. Лекарственные растения Оренбургской области // Ученые записки Крымского федерального ун-та. Биология. 2018. Т. 4 (70). № 4. С. 121-130.

10. Рябинина З.Н. Конспект флоры Оренбургской области. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 164 с.

11. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. и др. Биологически активные вещества и антимикробная активность препаратов разных видов Veronica L. // Биофармацевтический журнал. 2012. Т. 4. Вып. 6. С. 17-22.

12. Гусев Н.Ф., Немерешина О.Н. К вопросу о содержании микроэлементов в сырье перспективных видов лекарственных растений Южного Урала // Вестник ОГУ. 2006. № 12(62). Приложение. С. 167-169.

13. Энциклопедия «Оренбуржье». Т. 1. Природа. Калуга: Золотая аллея, 2000. 192 с.

14. Садоводство на Южном Урале. Оренбург: Оренбург. кн. изд-во, 2004. 488 с.

15. Filippova G.V. et al. Influence of temperature and precipitation on the morphology, growth, and stress resistance of seeds of some representatives of northern flora // Russian Journal of Ecology. 2019. Vol. 50. P. 517-525.

16. Mo Y. et al. Applying regional climatic indicators to study plant diversity patterns in Inner Mongolia // Ecological Indicators. 2024. Vol. 158. P. 111376.

17. Серебрякова Т.И. Кагарлицкая Т.Н. Большой жизненный цикл и эволюционные отношения жизненных форм некоторых видов Veronica L. секции Pseudo-Lysimachium Koch. // Бюллетень МОИП. Отд. Биологии. 1972. Т. 77. Вып. 6. С. 81-98.

18. Еленевский А.Г. Систематика и география вероник СССР и прилегающих стран. М.: Наука, 1978. 258 с.

19. Кошкин Е.И. и др. Реакция сорного компонента агрофитоценозов на изменение климата // Агрохимия. 2020. №. 11. С. 83-96.

УДК 502/504+001.57
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-915-923

ИНФОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ЛОКАЛИЗАЦИЙ ПРАКТИК УСПЕШНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТАХ

AN INFOLOGICAL APPROACH TO MODELING THE LOCALIZATION OF SUCCESSFUL LAND USE PRACTICES IN FOREST-STEPPE LANDSCAPES

Непесов М.Д., Суслова С.Б.
Nepesov M.D., Suslova S.B.

Институт географии РАН, Москва, Россия
Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: muradnepesov@gmail.com

Аннотация. На основе международного опыта в области практик устойчивого землепользования (УЗП) и научных разработок по данной теме рассматривается инфологический подход к моделированию применения практик землепользования. Инструмент семантического моделирования практик землепользования позволит представлять локализацию практик в виде образа ландшафтно-хозяйственного комплекса, возникающего при выборе практик землепользования с параметрами, отвечающими конкретным целям и особенностям территории, на которой они будут применены. С помощью такой модели возможно оценивать устойчивость землепользования как функцию от совокупности практик землепользования и пространственно-временных свойств объекта землепользования. Возможно и решение обратной задачи – выбора соответствующей системы практик с целью создания устойчивого ландшафтно-хозяйственного комплекса. В моделях землепользования в качестве цели можно задавать и достижение нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ).

В соответствии с инфологическим подходом к моделированию землепользования осуществлена формализация входной информации, приведена схема семантического моделирования локализации практик землепользования. Для апробации предлагаемого подхода были выбраны лесостепные ландшафты ЕТР. Описание практик и объектов землепользования выполнено на основе разработанных для лесостепных ландшафтов типологий, построенных на иерархическом и фасетном принципах классификации данных. Предлагаемый инфологический подход может быть использован в качестве инструмента для исследований и разработок моделей землепользования в контексте устойчивого управления земельными ресурсами.

Ключевые слова: практика землепользования, объект землепользования, устойчивое землепользование, семантическая модель землепользования, лесостепь, база данных УЗП, НБДЗ.

Abstract. Based on international experience in the sustainable land use management (SLM) practices and scientific developments on this topic, an infological approach to modeling the application of land use practices is considered. The semantic modeling tool for land use practices will allow you to represent the localization of practices in the form of an image of a landscape and economic complex that arises when choosing land use practices with parameters that meet specific goals and characteristics of the territory in which they will be applied. With the help of such a model, it is possible to assess the sustainability of land use as a function of a set of land use practices and spatial and temporal properties of a land-use object. It is also possible to solve the inverse problem of choosing an appropriate system of practices in order to create a sustainable landscape and economic complex. In land-use models, achieving land degradation neutrality (LDN) can also be set as a goal.

In accordance with the infological approach to land use modeling, the formalization of input information is carried out, a scheme of semantic modeling of localization of land use practices is presented. To test the proposed approach, the forest-steppe landscapes of the ETR were selected. The description of land-use practices and objects is based on typologies developed for forest-steppe landscapes based on hierarchical and faceted principles of data classification. The proposed infological approach can be used as a tool for research and development of land use practice models in the context of SLM.

Key words: Land use practice, Land use object, Sustainable land use, Semantic land use model, Forest steppe, SLM Database, LDN.

Введение. Развитие сельскохозяйственного производства как основы продовольственной безопасности происходит на фоне непрекращающихся деградационных процессов земель под воздействием биофизических, климатических, институциональных, социально-экономических факторов. Проблема деградации земель является одной из глобальных и связана не только с земельными ресурсами. Если на рубеже XX-XXI вв. об угрозе истощения и деградации почвенных ресурсов говорили как о «тихом кризисе планеты» [1, 2], то сейчас внимание к этой

проблеме неуклонно растёт вместе с пониманием её взаимосвязанности с сохранением биологического разнообразия, экосистемными услугами, экологической миграцией и другими современными вызовами [3].

Изменения природной составляющей ландшафтов вследствие чрезмерной и неравномерной нагрузки в процессе хозяйственной деятельности требуют смены сложившегося отношения к земле лишь как средству производства. Актуальность данной проблемы также вызвана несколькими весьма значимыми обстоятельствами последних десятилетий: активное внедрение новых технологий в сельском и лесном хозяйстве, направленных на максимальное извлечение прибыли; передача земель в пользование лицам, имеющим недостаточные знания и навыки в применении *практик землепользования*. Наряду с социально-экономическими аспектами необходимо уделять больше внимания географическим особенностям адаптации практик с учётом природной дифференциации территорий и глобальных изменений климата.

Очевидно, что не существует единых и универсальных подходов или практик землепользования, которые можно было бы применять для всех территорий. Разнообразие природно-климатических, социально-экономических условий и особенностей территорий с одной стороны, а также наличие конкретных проблем землепользования с другой – определяют необходимость выбора наиболее предпочтительных практик и подходов управления земельными ресурсами с точки зрения устойчивости.

В связи с этим на первый план выдвигается вполне объективная и насущная задача – поиск путей адекватного управления земельными ресурсами, т.е. внедрение положительного опыта практик и технологий устойчивого землепользования. Современные международные исследования свидетельствуют о высокой корреляции между деградацией земель и практикой землепользования [4]. Во многих странах накоплен многообразный практический опыт землепользования, считающийся успешным.

Информационные базы данных в области устойчивого землепользования. На международном уровне существуют достаточно много глобальных разработок по практикам землепользования и устойчивому землепользованию. Успешные практики (хорошие и лучшие из них) описаны во многих источниках, преимущественно на международных платформах обмена знаниями, таких как WOCAT (World Overview of Conservation Approaches and Technologies – Обзор мировых практик природосберегающих подходов и технологий) [5], FAO (The Food and Agriculture Organization of the United Nations – Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций – ФАО) [6]. Можно отметить Центральноазиатскую региональную информационную систему по использованию водно-земельных ресурсов в бассейне Аральского моря CAWATERinfo [7]. Также есть методики для оценки деградации земель на местных уровнях, в частности – методика LADA (Land Degradation Assessment in Drylands – Оценка деградации земель в засушливых регионах) для оценки деградации земель на локальном уровне [8].

В основе новейших методов создания международных и национальных баз данных по деградации земель и составлению на их основе картографических материалов лежит концепция нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) [9, 10].

Наибольшую известность и доступность получила международная платформа WOCAT, основанная в 1992 г. как неформальная глобальная сеть специалистов в области сохранения почв и водных ресурсов. Использование вопросников WOCAT постепенно переросло в гибкую модульную методологию, ориентированную, главным образом, на накопление и использование знаний для принятия решений в области УЗП, основанных на фактических данных. КБО ООН официально признала WOCAT в качестве основной рекомендуемой базы данных по передовым практикам устойчивого земледелия и мерам адаптации в условиях изменения климата. База данных WOCAT предоставляет стандартизованные, ориентированные на пользователя, открытые, глобально используемые инструменты и методы для документации практик УЗП. Разработчики базы данных WOCAT в практиках УЗП структурно выделяют *технологии* и *подходы*. На *рисунке 1* представлена общая схема международной платформы WOCAT.

Всемирная база данных WOCAT по состоянию на январь месяц 2024 года содержит 2386 записей документированных успешных практик землепользования, из них: 1405 технологий УЗП, 530 подхода УЗП и 442 практики PRAIS КБО ООН из 136 стран (466 пользователей) [5]. Российское участие в этой базе данных представлено не столь широко: зарегистрировано 5 технологий, 3 подхода и 6 практик PRAIS. Анализ детального перечня классифицированных категорий (таксонометрических информационных единиц) в базе данных WOCAT по успешным

практикам и подходам УЗП показывает, что основной функциональный акцент WOCAT делается на документировании успешных практик землепользования. Природно-географические и климатические особенности территорий, где применяется практика, учитываются только в рамках подраздела описания технологии УЗП, как совокупность практических действий на местах.



Рисунок 1. Общее представление платформы WOCAT.

В России в специальных научных и учебных изданиях накоплен большой опыт по разработке, внедрению и распространению практик, направленных на борьбу с водной и ветровой эрозией почв, переувлажнением, засолением, осолонцеванием и уплотнением почв, загрязнением почв и вод. Одним из таких примеров является мелиоративная география – дисциплина, изучающая природно-территориальные комплексы (ландшафты) с позиций направленных изменений их неблагоприятных свойств через систему организационно-хозяйственных, биологических, технических, химических и других мероприятий с целью улучшения возможностей выполнения ландшафтом социально-экономических функций и прежде всего повышения его биологической (сельскохозяйственной) продуктивности при условии минимизации отрицательных воздействий на окружающую природную среду, улучшения среды обитания человека [11-13].

Формализация входной информации для семантического моделирования практик землепользования. Предлагаемое понятие локализации практик землепользования рассматривается несколько шире, чем подход к реализации практик УЗП в терминах WOCAT. С инфологической точки зрения в результате отнесения, привязки или применения практики землепользования как информационного объекта в виде целостной системы знаний, инструкций, методов, подходов и т.д. к другому информационному объекту, описывающему природную либо природно-антропогенную территорию, на информационном пространстве возникает новый информационный объект – *локализованная практика* в виде образа целостного *ландшафтно-хозяйственного комплекса* с определёнными границами на местности, в пределах которого эта практика может быть применена. На *рисунке 2* представлен инфологический подход к моделированию локализации практик землепользования.

Модель землепользования представляет собой семантическое описание применения одной или нескольких непротиворечащих друг другу практик к целевому объекту землепользования на определённой территории (ландшафте). Оценка эффективности практик землепользования и устойчивости ландшафтно-хозяйственного комплекса, как результата локализации практик землепользования, производится исходя как из природных (ландшафтных) предпосылок, так и имеющихся экономических (хозяйственных) возможностей, а также опыта, знаний и технологий.

Вводятся инфологические понятия *сущности* и *атрибутов*. Сущность – информационный объект в виде целостного образа исследуемой предметной области или её разделов (частей): практика землепользования, территория (ландшафт), объект землепользования. Атрибут – информационная единица описание сущности (объекта) по существенным признакам в соответствии с выбранной типологией (системой классификации). Объекты моделирования, как сущности описываются рядом параметров как вербального характера, так и численно измеряемыми, и качественными значениями, представляемыми

атрибутами. Для задания значений атрибутов сущности формируются *справочники*, которые могут быть локальными, разрабатываемые для данной предметной области, и могут представлять собой *классификаторы*, например физико-географическое районирование, зоны и типы растительности и др.



Рисунок 2. Семантическое представление локализации практик для моделирования землепользования.

Сущность фактически является множеством атрибутов, которые описывают свойства всех объектов предметной области данного типа сущности. Таким образом тип сущности означает множество однородных объектов, а экземпляр типа сущности – конкретный объект из множества этих объектов. Атрибут имеет связь с сущностью по принципу «*один-к-одному*» либо «*один-ко-многим*», то есть значение атрибута может относиться только к одному экземпляру либо ко всему типу сущности. Между сущностями могут возникать связи типа «*многие-ко-многим*». Такое отношение возникает при моделировании локализации практик. Локализация, по сути, есть связанность какого-либо предмета, действия, явления с определенным местом либо есть определение местности, в которой находится предмет или совершается какой-либо процесс в данный момент.

Описание актуальных рисков, на снижение которых направлены практики, или потенциальных рисков на целевых территориях производится по иерархическому принципу: *Риск фактор – Категория рисков – Детерминанта риска*. Здесь наблюдается последовательное подчинённое разделение признаков, при этом одни и те же детерминанты рисков могут относиться к нескольким категориям рисков.

Моделирование землепользования. Модель землепользования, как информационное пространство, должна отражать реальные процессы и объекты, то есть практики землепользования и территории (ландшафты), их связи и закономерности посредством информационных объектов. Информационный объект, как отражение объекта реального, может представляться совокупностью неделимых (элементарных) информационных единиц – дескрипторов [14]. Дескриптор – лексическая единица (слово, словосочетание, фраза) для описания основного смыслового содержания сущности посредством атрибута. Это единица языка информационно-поисковой системы, соответствующая определённому ключевому или базовому понятию, включённому в тезаурус данной предметной области. Значение дескриптора – это термин со строго фиксированным смысловым значением, без синонимов. Дескрипторы несут смысловую нагрузку, и в данном случае мы имеем дело с семантической моделью, в отличие от физической, математической и др. типами моделей.

Предлагаемая схема моделирования позволяет представлять землепользование как центральный образ совокупности практик и технологий (в отличие от частных местных практик), которые имеют сходные технологические приёмы, природные и социально-экономические условия и потенциал, риски деградации земель, включая антропогенные воздействия. На *рисунке 3* представлена инфологическая схема моделирования локализации практик землепользования.

Моделирование практик землепользования производится на основе двух наборов данных в виде формализованных информационных массивов. Один информационный массив, условно назовём его как {alfa}, служит для представления практик в виде их описаний по выбранной типологии. Другой массив, условно {beta} – отражает характер и особенности природной или природно-антропогенной территории, в пределах которой может или должна быть применена практика либо система практик.

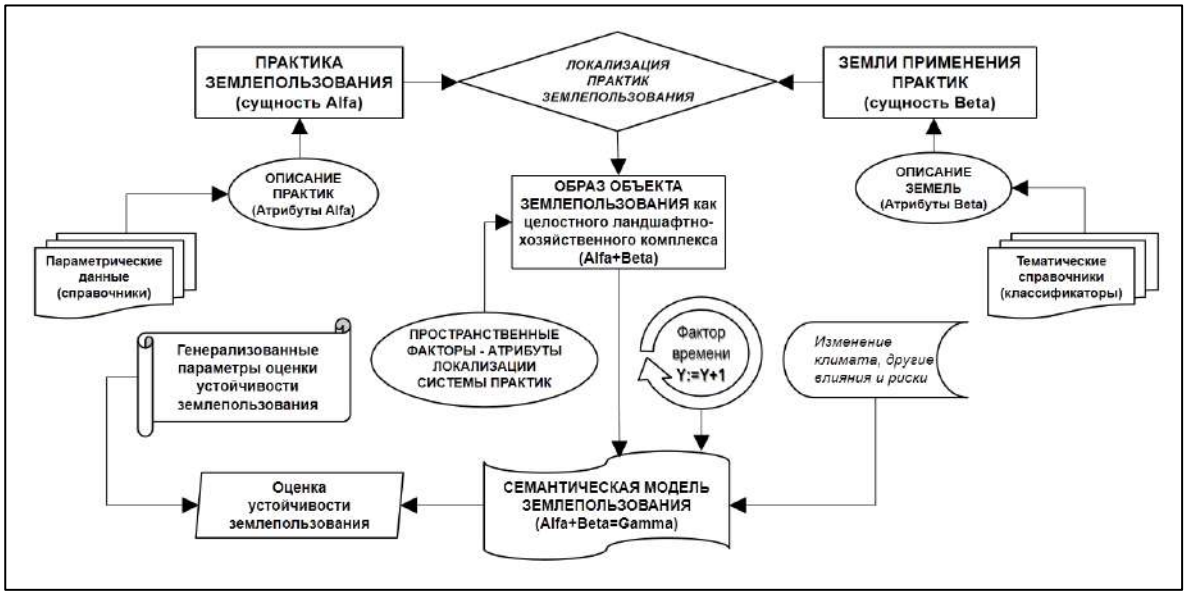


Рисунок 3. Инфологическая схема моделирования локализации практик землепользования.

Условное совмещение двух информационных массивов {alfa} и {beta} по сочетаниям их дескрипторов образует новый информационный массив {gamma}, включающий подмножества двух исходных массивов и представляющий собой формализованное описание локализации практик (системы практик). Информационный массив данных {gamma} представляется как подмножество пересечений множеств {alfa} и {beta} между собой – единство практик и объекта землепользования:

$$\{gamma\} \subset \{ \{alfa\} \cap \{beta\} \}$$

Если же пересечений этих исходных множеств не наблюдается, то локализация не имеет смысла – отсутствие единения практик и объекта землепользования:

$$\{gamma\} \not\subset \{ \{alfa\} \Delta \{beta\} \}$$

Проявления разных практик в разных местах неодинаковы во времени, имеют «характерные периоды реализации», в том числе «сроки потери эффективности» в связи с исчерпанием ресурсов, триггерным характером воздействия и т.п. Таким образом, при моделировании локализации практик землепользования в дополнении к принципу «необходимости» реализуется дополнительный пространственно-временной «принцип достаточности» или дополняемости. Модель предусматривает учёт фактора времени и влияния внешних факторов, дополнительно задаваемых в массиве {gamma}.

Необходимая информация об особенностях и специфике земель в массиве {beta} позволяет судить о степени деградации земель, а достаточность данных по параметрам практик землепользования в массиве {alfa} даёт возможность выбора из числа всевозможных практик именно те, которые подходят для особенностей и специфики данной территории в целях обеспечения устойчивости образуемого ландшафтно-хозяйственного комплекса.

Подход к моделированию землепользования должен включать возможность дифференциации по природным зонам не только отдельных практик, но и их сочетаний, очерёдность их применения. Несоответствие местным условиям применяемых практик либо нарушение их технологической последовательности или приоритетности могут приводить к

снижению их эффективности и негативным ландшафтно-экологическим последствиям. Разные практики или их наборы на разнообразных территориях могут иметь различные результирующие проявления или изначально установленные целевые направленности, то есть обуславливать разные результаты при локализации.

Критерии устойчивости землепользования. Принимая во внимание смысл терминов интегрированного, комплексного планирования и управления земельными ресурсами, отметим, что нередко эти процессы по целевой сути одинаковые, но включают в себя противоречивые действия. Например, извлечение максимально возможной прибыли из эксплуатации земельных ресурсов – экономический рост с одной стороны, и необходимость обеспечить воздействие на землю в пределах её экологически допустимой нагрузки – не превышение хозяйственной ёмкости природно-антропогенных ландшафтов с другой стороны. Очевидно, что есть виды деятельности, крайне необходимые для устойчивого и безопасного общественного развития, но не осуществляемые вследствие их коммерческой неокупаемости, и есть коммерчески выгодные виды деятельности, но которые прямо либо косвенно наносят вред природной среде. Задача устойчивого управления земельными ресурсами заключается в разумном балансировании этих противоречий.

Устойчивость модели землепользования в контексте природных, трансформированных и искусственно создаваемых ресурсов в процессе землепользования должна рассматриваться как функция от таких аргументов, как назначение практики землепользования (в том числе направленность в отношении деградации земель); средства практики (технологии, методы, приёмы и пр. мероприятия); и место применения практики (объект землепользования с пространственно-временными характеристиками). Ставится задача формализовать аргументы такой функции на базе типологий практик землепользования и природно-антропогенных ландшафтов. Достаточная полнота формализованного (семантического) описания аргументов позволит «проигрывать» применение разнообразных практик и их комбинации на различных ландшафтах с помощью моделей землепользования.

При использовании концепции УЗП в практическом смысле одним из важных вопросов остаётся вопрос отнесения модели землепользования к устойчивой, что потребует определения критериев, позволяющих установить принадлежность территории применения практики землепользования к территории устойчивого землепользования. Предлагается набор генерализованных параметров воздействия [15]: 1) природное негативное воздействие; 2) антропогенное негативное воздействие; 3) риск деградации; 4) природный /исходный потенциал; 5) способность к самовосстановлению; 6) искусственное поддержание баланса /восстановления; 7) адаптационные технологии; 8) инновационные технологии для расширения потенциала; 9) достаточность ресурсов и социально-экономических условий.

Цели устойчивого землепользования также подразумевают достижение НБДЗ, и это в подавляющем большинстве случаев может рассматриваться как критерий устойчивости [9].

Моделирование землепользования в лесостепных ландшафтах. В качестве примера предложенного подхода к моделированию практик землепользования были выбраны лесостепные ландшафты ЕТР [16, 17]. На основе методов и подходов к созданию моделей УЗП, сформулированных в [9, 15, 18], и анализа природно-географических факторов была принята наиболее подходящая для лесостепных ландшафтов типология практик землепользования *(таблица 1).*

Таблица 1

Пример иерархического описания типологии практик землепользования

1-й уровень – Глобальный ***Тип*** Воздействие на ведущие свойства природных комплексов по единству признаков 1-го уровня (общие подходы и направления)	2-й уровень – Региональный ***Подтип*** Избирательный характер воздействия на целевую среду по единству признаков 2-го уровня (технологии и методики)	3-й уровень – Местный (локальный) ***Вид*** Средства и методы воздействий, вытекающие из технологий и методик по единству характерных признаков 3-го уровня
Фитотропные (Фитомелиорации)	Фитоконструктивные	Создание полезащитных ветроломных и водопоглащающих лесных полос
		Сплошное облесение
		Создание противоэрозионных лесных полос
		Создание водорегулирующих лесных полос

	Ландшафтно-защитные	Создание противооползневых лесных полос
		Закрепление склонов древесно-кустарниковой растительностью
		Закрепление надпойменных террас посадками древесно-травяной растительностью
		Облесение приречной поймы
Гидротехнические	Оросительные	Дождевание
	Водорегулирующие	Создание и контроль балочных прудов
Климатические	Снегорегулирование	Снегонакопление и снегозадержание
Агротехнические	Почвообрабатывающие (система обработки почвы)	Мелиоративная
		Ресурсосберегающая
	Внесение удобрений (органических и минеральных)	Улучшение условий жизни растений и ухудшение питания вредителей
		Изменение темпов роста и развития растений
	Севообороты	Чередование возделываемых культур
Литотропные (Грунтореконструктивные)	Противокарстовые	Выборочное осушение западин
		Тампонирование глиной и залужение травосмесями
	Почвозащитные	Сооружение противоэрозионных валов
	Почвореконструктивные	Террасирование с дренажом
Внутри вида определяются ***разновидности*** – конкретные способы и приёмы практических мероприятий на основании 1, 2 и 3 уровней и в зависимости от условий объекта землепользования. ***Вербальное описание элемента модели***		

В модель закладывается принцип единения практик и объекта землепользования. Элемент модели описывается вербально, так как здесь может не наблюдаться единства признаков, присущих разновидностям. Описание объектов землепользования также производится в иерархическом порядке в соответствии с типологическим выбором *(таблица 2)*.

Таблица 2

Пример ландшафтного подхода для иерархического описания объектов землепользования [по 17]

Глобальный уровень Физико-географическая область/провинция	***Региональный уровень*** Типы местности (ландшафты)	***Местный уровень*** Литолого-геоморфологические варианты
Лесостепная зона ЕТР	Плакорные	Возвышенные пологоволнистые суглинистые, суглинисто-меловые, суглинистые песчано-меловые, суглинисто-песчаные
		Пониженные пологоволнистые суглинистые, суглинистые песчано-меловые, плоские суглинистые
	Водораздельно-зандровые	Возвышенные волнисто-бугристые
		Пониженные волнисто-бугристые
	Склоновые	Глубоковрезанные суглинистые, суглинисто-меловые, суглинистые песчано-меловые
		Средневрезанные суглинистые, суглинисто-меловые, суглинистые песчано-меловые
		Слабоврезанные суглинистые, суглинистые песчано-меловые
	Надпойменно-террасовые	Высокие песчано-суглинистые овражно-балочные, ложбинно-лощинные, ложбинно-западинные, плоские пологонаклонные
		Низкие песчаные ложбинно-западинные, овражно-балочные, западинные, плоские
	Пойменные	Высокие слабооформленные песчано-суглинистые

		Пониженные слабооформленные суглинистые, сегментные суглинистые
		Низкие слабооформленные иловато-торфяные
Вербальное описание объекта землепользования		

На основании вышеизложенного подхода к семантическому моделированию землепользования предлагается рассмотреть несколько моделей УЗП для лесостепных ландшафтов: «*Противоэрозионные системы земледелия*», «*Земледелие на засушливых землях*», «*Орошаемое земледелие на засушливых землях*», «*Земледелие на основе применения системы минимальной обработки почвы (Mini Till)*», «*Создание полезащитных лесных полос*» и др. Модели представляют собой совокупности практик, реализуемых с конкретной целью и для определённых объектов, которые могут быть применимы практически повсеместно в лесостепных ландшафтах. На *рисунке 4* представлен фрагмент семантической модели землепользования – локализация практики.

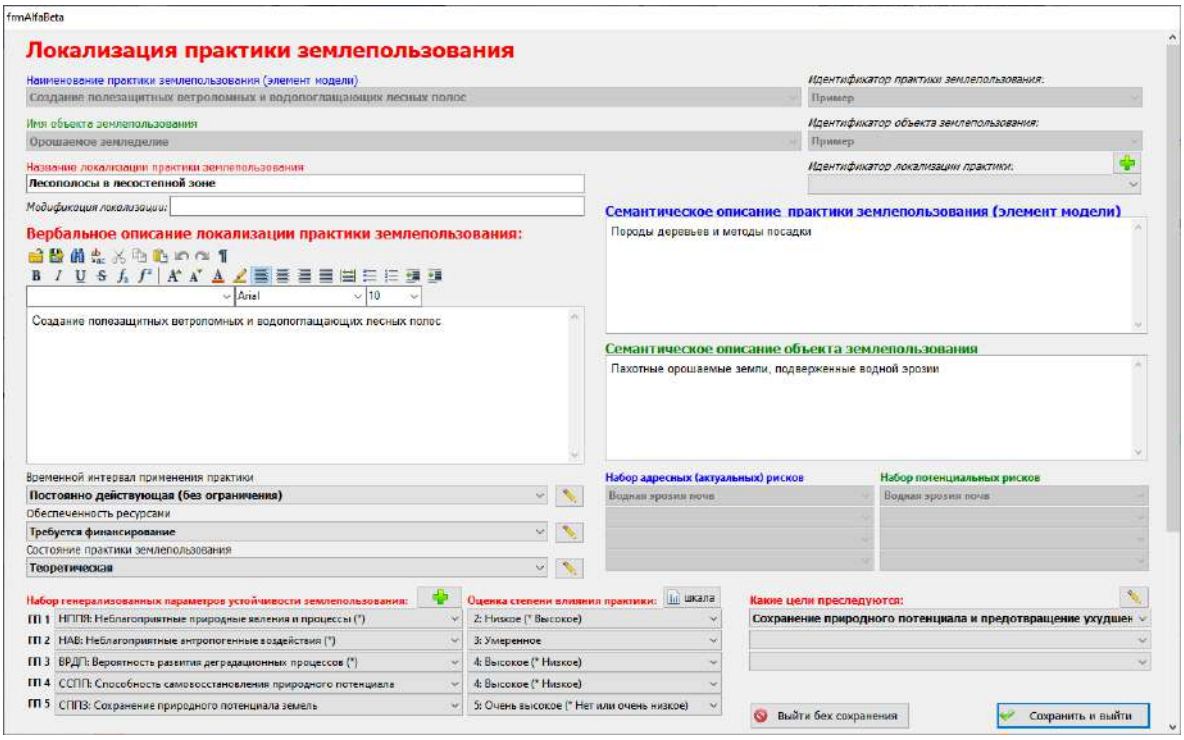


Рисунок 4. Снимок экрана: фрагмент семантического моделирования локализации практики землепользования alfa+beta=gamma.

Отметим, что виртуальный образ (семантическая модель) представляет не сам объект землепользования (земельный участок), а показывает возможность применения тех или иных практик землепользования, отвечающих географическим, социально-экономическим условиям, потенциалу и рискам деградации земель в пределах рассматриваемых ландшафтов.

Заключение. Классификация по существенным признакам позволяет единообразно описывать разнообразные реальные объекты, такие как практики землепользования, территории (ландшафты) и их взаимоотношения, формируя таким образом некое информационное поле – содержательную модель предметной области (землепользование) с учётом пространственно-временных связей.

Предлагаемый инфологический подход к семантическому моделированию землепользования имеет открытый характер, т.е. позволяет организовывать входную информацию для описания сущностей в свободном виде, и может быть использован в качестве инструмента для исследований и разработок моделей устойчивого землепользования в контексте управления земельными ресурсами, практических действий по управлению и контролю за деградацией земель в условиях всё возрастающих антропогенных нагрузок на природные ландшафты.

Настоящие исследования и разработки осуществляются в рамках темы ГЗ Института географии РАН FMWS-2022-0001: «Пространственные и временные проблемы устойчивого землепользования в контексте глобальных изменений климата».

Список литературы

1. Brown L.R. State of the World // A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society. N.-Y.: Norton and Co., 1984. 252 p.

2. Добровольский Г.В. Тихий кризис планеты // Вестник РАН, 1997. Т. 67, № 4.С. 313-320.

3. Фаостат. Интернет-ресурс. URL: https://www.fao.org/in-action/action-against-desertification/overview/desertification-and-land-degradation/en/ (дата обращения: 26.01.2024).

4. Orr B.J., Cowie A.L., Castillo Sanchez V.M. et al. Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality // A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). Bonn, 2017. 136 p.

5. WOCAT SLM Database. Интернет-ресурс. URL: https://qcat.wocat.net/ru/wocat/ list/ (дата обращения: 26.01.2024).

6. Фаостат. Интернет-ресурс. URL: https://www.fao.org/faostat/ru/#data (дата обращения: 26.01.2024).

7. Портал знаний о водных ресурсах и экологии Центральной Азии. Интернет-ресурс. URL: http://www.cawater-info.net/index.htm (дата обращения: 26.01.2024).

8. Slavko V.D., Kust G.S., Rozov S.Yu, Andreeva O.V., Kegiyan M.G. Experience in Testing and Adapting the LADA Methodology for Land Degradation Assessment and Mapping in Arid Regions at the Local Level // Arid Ecosystems. 2014. Vol. 4. No. 61. P. 259-269. DOI: 10.1134/S2079096114040118.

9. Андреева О.В., Куст Г.С., Лобковский В.А. Устойчивое землепользование и нейтральный баланс деградации земель // Вестник Российской академии наук. 2022. Т. 92. № 6. С. 13-25.

10. Деградация земель и устойчивое землепользование: Словарь-справочник / Куст Г.С. , Андреева О.В. , Зонн И.С. Москва: Издательство «Перо», 2018. 107 с.

11. Дьяконов К.Н., Аношко В.С. Мелиоративная география: учебник. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. 252 с.

12. Интерактивная карта почв России. URL: http://soils.narod.ru/interactive/vect_soils.htm (дата обращения: 26.01.2024).

13. Национальный атлас России. Электронное издание. URL: https://nationalatlas.ru/ (дата обращения: 26.01.2024).

14. Раев В.К. Развитие инфологии. Образовательные ресурсы и технологии. 2021. № 4(37). С. 61-69.

15. Куст Г.С., Андреева О.В., Лобковский В.А., Костовска С.К. Методические подходы к разработке типологии моделей устойчивого землепользования // Геоэкология, 2019. № 3. С. 34-40.

16. Горохова Е.А., Михно В.Б. Современная структура и трансформация ландшафтов Курской области // Вестник ВГУ, сер. География. Геоэкология. 2011. № 2. С. 17-25.

17. Подобед Е.А. Современное состояние и пути оптимизации ландшафтов Курской области // Вестник ВГУ, сер. География. Геоэкология. 2013. №1. С. 78-86.

18. Andreeva O.V., Lobkovsky V.A., Kust G.S., Zonn I.S. The Concept of Sustainable Land Management: Modern State, Models and Typology Development // Arid Ecosystems. 2021. Vol. 11. P. 1-10. DOI: 10.1134/s2079096121010029.

УДК 599.325.2
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-924-930

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СНЕЖНОГО ПОКРОВА КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР

THERMAL PROPERTIES OF SNOW COVER AS AN ENVIRONMENTAL FACTOR

Никольский А.А.[1], Ефимова Е.Е.[2], Сорока О.В.[3,4]
Nikol'skii A.A.[1], Efimova E.E.[2], Soroka O.V.[3,4]

[1]Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, Москва, Россия
[2]Павловский лицей Оренбургского района имени В.А. Нарывского, Оренбургская обл., Россия
[3]Государственный природный заповедник «Денежкин Камень», Североуральск, Россия
[4]Институт степи УрО РАН Оренбург, Россия
[1]S. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, RAS, Moscow, Russia
[2]Pavlovsky Lyceum of the Orenburg region named after V.A. Naryvsky, Orenburg region, Russia
[3]Federal Nature Preserve «Denezhkin Kamen», Severouralsk, Russia
[4]Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: [1]bobak@list.ru, [2]kat270377@mail.ru, [3]soroka-olga@yandex.ru

Аннотация. Обсуждаются теплофизические свойства снежного покрова, как экологического фактора. Материал собран на территории участка «Буртинская степь» государственного природного заповедника «Оренбургский». Подтверждено, что снег, обладая низкой теплопроводностью, способствует выравниванию температур на границе грунт-снег. Наиболее сильное тепловое влияние снег оказывает до высоты снежного покрова 40-50 см. Дальнейшее увеличение высоты снежного покрова приводит к незначительному теплоизолирующему эффекту. На примере характерного обитателя континентальных степей степной пищухи (*Ochotona pusilla*, Lagomorpha) показано, что в выборе мест обитания пищухи находят компромисс между тепловыми свойствами снега и свойствами снежного покрова, как специфического, широко распространённого в зимний период субстрата. Зимой пищухи регулярно выходят на снег кормиться, располагая норы там, где высота снежного покрова достаточна, чтобы использовать тепловые свойства снега, но не препятствует выходу за пределы норы.
Ключевые слова: снежный покров, температура на границе грунт-снег, влияние снежного покрова на температуру, зимняя активность *Ochotona pusilla.*

Abstract. The thermophysical properties of snow cover as an environmental factor are discussed. The material was collected on the territory of the Burtinskaya Steppe Site of the Orenburg State Nature Reserve. It has been confirmed that snow, having low thermal conductivity, maintains a standard temperature at the soil-snow boundary. The greatest impact of snow on the environment affects the height of the average cover of 40–50 cm. A further increase in the height of the snow cover leads to an insignificant thermophysical effect. Using the example of a typical inhabitant of the continental steppes, the steppe pika (*Ochotona pusilla*, Lagomorpha), it is shown that when choosing habitats, pikas choose a compromise between the thermal properties of snow and the properties of snow cover, as a specific substrate that is widespread in winter. In winter, pikas regularly go out into the snow to feed, locating wintering burrows where the depth of the snow cover is sufficient to fully utilize the thermal properties of the snow, but does not prevent them from leaving the burrow.
Key words: snow cover, temperature at the soil-snow boundary, influence of snow cover height on temperature, winter activity of *Ochotona pusilla.*

Задача нашего сообщения состоит в том, чтобы показать теплофизические свойства снежного покрова, как одного из *ключевых* экологических факторов. В конце зимы снегом покрыто 31% Северного полушария [1] и, практически, вся степная зона. Адаптации тысяч видов растений и животных связаны со свойствами снега [2, 3]. Снежный покров находится на границе двух сред – приземной атмосферы и поверхности грунта, испытывая и оказывая влияние на каждую из них. Животные и растения используют снежный покров как *субстрат* и как *источник тепла*.

Теплофизические свойства снежного покрова мы продемонстрируем на конкретном материале, который собран нами на территории степного заповедника «Оренбургский» в конце января-начале февраля 2000 года. Материал и методика опубликованы ранее [4], поэтому мы не будем описывать детали методов исследования, а лишь обсудим основные результаты наблюдений в контексте специфики свойств снежного покрова, как характерного для степей

Евразии экологического фактора, оказывающего сильное влияние на температурный режим среды обитания растений и животных.

Место сбора материала, участок «Буртинская степь» заповедника «Оренбургский», расположен в Беляевском районе в центральной части Оренбургской области. Средняя высота снежного покрова в январе составляет здесь 30-40 см [5]. Мы проводили наблюдения на трёх площадках, где из-за метелей высота снега, то уменьшалась, то увеличивалась в диапазоне от 39 до 58 см, средняя равна 43,4±0,74 см [4].

На *рисунке 1* показано, как выглядит Буртинская степь зимой, в конце января. Сильные ветры, переметая снег, образуют характерный волнистый рельеф поверхности.

Одна из основных характеристик среды обитания организмов – теплопроводность: способность проводить тепло, тепловую энергию в условиях градиента температур, от более высокой температуры к менее высокой [6, 7]. Хотя теплопроводность снега зависит от многих факторов (от его плотности, температуры, зернистости, размеров кристаллов, высоты снежного покрова и пр., [8]), но в целом она значительно ниже теплопроводности многих природных сред и искусственных материалов [6-8]. Относительно низкая теплопроводность снега производит мощный эффект, удерживая тепло, излучаемое грунтом. В результате, температура грунта меняется незначительно, что снижает расход энергии организмов на терморегуляцию.

Суточная и многодневная амплитуда температуры на поверхности грунта меняется незначительно по сравнению с колебаниями температуры приземной атмосферы. Так, на *рисунке 2* показана динамика температуры на поверхности снега и под снегом за сутки, с 12:00 1 февраля по 12:00 2 февраля и с 12:00 2 февраля по 12:00 3 февраля. В эти двое суток наблюдались минимальные (1-2 февраля) и максимальные (2-3 февраля) отношения суточных амплитуд температуры. Если на поверхности снега суточная амплитуда температуры достигала 15°С, то под снежным покровом, на поверхности грунта, она не превышала 1°С. Даже на минимальную температуру в -17°С в 8:00 отклик на поверхности грунта был незначителен.

То же можно сказать и в отношении динамики многодневной температуры *(рисунок 3)*. За 7 суток наблюдений температура воздуха вблизи поверхности снега многократно менялась от -2°С до -22°С, в то время как на границе грунт-снег её диапазон не превышал 1°С.

Как следует из *таблицы 1*, суточная амплитуда температур на поверхности снега может в 40 раз превышать суточную амплитуду температур на границе грунт-снег.

Таблица 1

Суточные амплитуды температуры (°С) воздуха в приземной атмосфере ($A_В$) и под снегом ($A_С$) [4]

Дата	Температура воздуха в приземной атмосфере			Температура под снежным покровом			Отношение амплитуд
	Мин.	Макс.	$A_{П*}$	Мин.	Макс.	$A_{С**}$	$A_П/A_С$
28-29.01	-13,9	-10,5	3,4	-3,9	-3,5	0,4	8,5
29-30.01	-13,9	-8,5	5,4	-3,9	-3,5	0,4	13,5
30-31.01	-12,4	-8,6	3,8	-3,9	-3,5	0,4	9,5
31.01-01.02	-9,1	-3,5	5,6	-3,9	-3,3	0,6	9,3
01-02.02	-7,4	-2,0	5,4	-3,4	-2,5	0,9	6,0
02-03.02	-17,7	-1,6	16,1	-2,9	-2,5	0,4	**40,3**
03-04.02	-21,9	-13,0	8,9	-2,5	-3,9	1,4	6,4

* *– Амплитуда температуры воздуха в приземной атмосфере: Макс − Мин;*

** *– Амплитуда температуры под снежным покровом: Макс – Мин.*

Можно предположить, что, чем больше высота снега, тем сильнее теплоизоляция. Мы проверили это предположение, проводя измерения температуры на трёх площадках с различной высотой снега. Оказалось, что температура под снегом действительно зависит от высоты снежного покрова, но эта зависимость носит *нелинейный* характер [4].

На *рисунке 4* изображена кривая зависимости температуры под снегом от высоты снежного покрова для объединённой по трём участкам выборки. Связь между высотой снежного покрова и температурой на границе грунт-снег статистически достоверна (p<0,0001). Коэффициент детерминации R^2 равен для объединённой выборки 83%. Отметим, что всего лишь

17% влияния приходятся на не учтённые факторы, то есть, высота снежного покрова вносит основной вклад (83%) в теплопроводность.

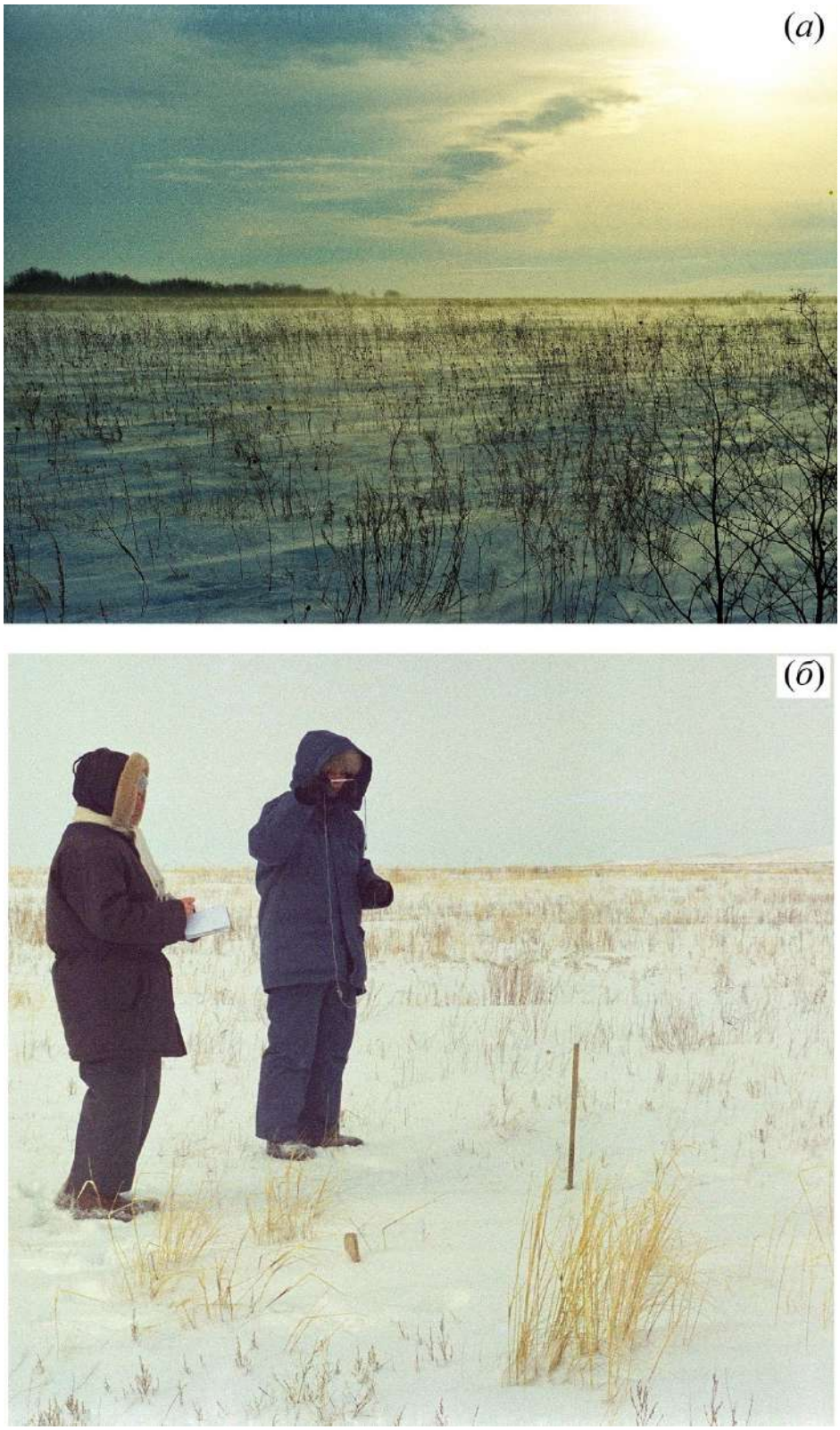


Рисунок 1. Государственный природный заповедник «Оренбургский», участок «Буртинская степь», конец января 2000 г.

А – волнистый рельеф поверхности снежного покрова образован постоянными сильными ветрами; Б – экологи за работой.

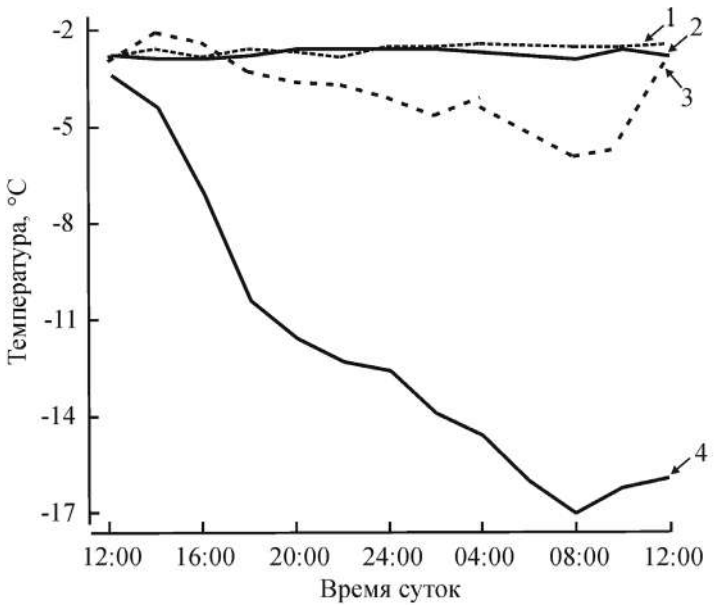


Рисунок 2. Изменение температуры за сутки с 12:00 по 12:00.

Под снегом: 1 – с 1 февраля по 2 февраля, 2 – со 2 февраля по 3 февраля; над поверхностью снега: 3 – с 1 февраля по 2 февраля, 4 – со 2 февраля по 3 февраля [4].



Рисунок 3. Многодневная динамика температуры под снегом (1) и воздуха в приземной атмосфере (2) [4].

Связь между температурой под снегом и высотой снежного покрова описывается уравнением регрессии вида:

$$T°\text{C} = -a + b\sqrt{h},$$

где T°С – температура под снегом, °С; h – высота снежного покрова, см.

Для объединённой выборки это уравнение принимает вид:

$$T°\text{C} = -10{,}5088 + 1{,}27233\sqrt{h}$$

На основании полученных результатов можно сделать два основных вывода: 1) температура на границе грун -снег зависит от высоты снежного покрова, но 2) эта зависимость наиболее велика при высоте снежного покрова в пределах первых 40 см от поверхности грунта *(рисунок 4)*. Полученные нами результаты не противоречат наблюдениям, выполненным в других регионах и при других условиях наблюдений [9-11].

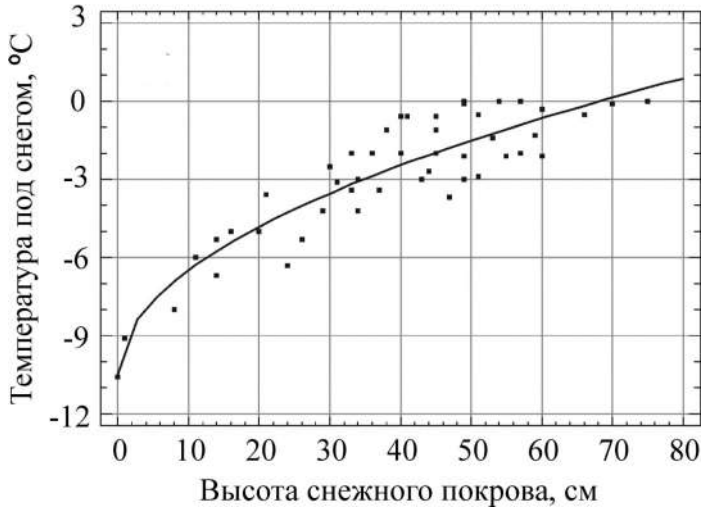


Рисунок 4. Изменение температуры под снегом в зависимости от высоты снежного покрова.

Изменение температуры под снегом при изменении высоты снежного покрова описывается уравнением: ΔT=exp(-0,456473+18,8647/Δh), где ΔT – разность температур (ºС) под снегом при изменении высоты снежного покрова на Δh; Δh– изменение высоты(см) снежного покрова.

На *рисунке 5* представлен график, построенный на основании этого уравнения. Приведённый пример представляет собой частный случай для тех начальных условий температуры, которые мы наблюдали. При иных начальных условиях численные результаты будут иными, но тенденция сохранится.

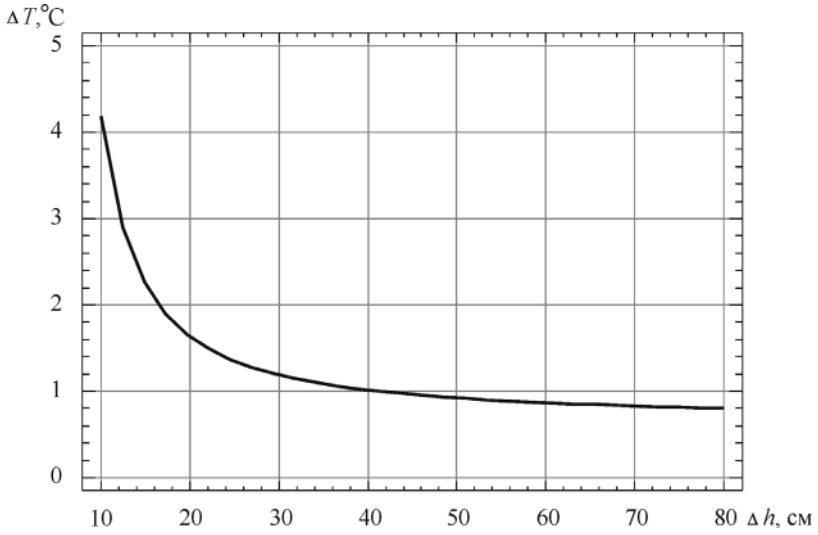


Рисунок 5. Зависимость изменения температуры под снегом от изменения высоты снежного покрова: ΔT – разность температур (ºС) под снегом при изменении высоты снежного покрова на Δh; Δh– изменение высоты(см) снежного покрова.

Выше мы обращали внимание на то, что снежный покров, как экологический фактор, выполняет две функции: 1) функцию терморегуляции мест обитания в зимний период и 2) функцию субстрата. Эти две функции взаимосвязаны и могут вступать во взаимное противоречие. В этом случае организмы должны обладать адаптациями компромисса, который позволил бы имсовместить противоречия функций. Мы пришли к этому выводу, наблюдая следы зимней активности степной пищухи (*Ochotonapusilla,* Lagomorpha).

Весь огромный ареал [12] этого зайчика попадает в область континентальной степи, для которой характерна умеренно суровая малоснежная зима с частыми метелями и жаркое, сухое лето [13-15].

Степные пищухи роют не глубокие, до 1 м норы [16, 17] и, согласно проведённым нами наблюдениям [18], кормятся на поверхности снега. Мы регулярно обнаруживали в снегу норовые отверстия, свежие отпечатки лапок и скусанные побеги растений, возвышающихся над снегом *(рисунки 6, 7)*. В поисках корма пищухи уходят от норы более чем на 100 м. В поедях пищух мы обнаружили 8 видов растений [18].



Рисунок 6. Выход из норы и следы степной пищухи на снегу [18].



Рисунок 7. Следы и поеди степной пищухи на снегу. Справа внизу видны скусанные пищухами соплодия скабиозы [18].

Перед пищухами стоит непростая задача выбора мест обитания, которые бы удовлетворяли двум условиям: предотвращали переохлаждение норы и не затрудняли выход на поверхность снега. Результаты моделирования температуры почвы на различной глубине [19, 20] позволяют предположить, что в период наших наблюдений (конец января-начало февраля) температура на глубине 0,8 м составляла -1°С– -3°С, возможно, – ниже.

В норах пищух зимой холодно. Но стоит напомнить, что их ближайшие родственники зайцы норы вообще не роют и вся их зимняя жизнь проходит при отрицательных температурах и постоянно сильных ветрах.

Высота снежного покрова в поселении степной пищухи в Буртинской степи в период наших наблюдений составляла 13-130 см (56,5±3,9 см). Но на тех участках поселения, где пищухи были активны зимой, толща снега была почти на 20 см меньше (38,5±2,3 см). Это та

минимальная высота снежного покрова, которая достаточна для удержания тепла на границе грунт-снег, выше которой тепловой эффект снега резко замедляется *(рисунок 4)*, но создаются дополнительные препятствия, связанные с преодолением сопротивления снега, когда пищухи выходят из норы на поверхность, чтобы совершать дальние кормовые побежки.

Ранее [18] мы обратили внимание на то, что оттепели и метели создают слоистую структуру снега, которая затрудняет перемещение пищух в его толще. В результате, пищухи находят компромиссное решение: их зимние норы расположены под минимально возможной толщей снега, выполняющей теплозащитные функции и не затрудняющие выход зверьков из нор на поверхность снега. То есть, пищухи используют снежный покров как *субстрат с определёнными теплофизическими свойствами*. Судя по наблюдениям в природе, так поступают (используют снежный покров как субстрат с определёнными теплофизическими свойствами) многие виды птиц и млекопитающих в различных природных зонах [2].

В заключение считаем целесообразным обратить внимание, что снег является одним из ключевых экологических факторов в степных биоценозах Северной Евразии. Снежный покров ограничивает экологические ниши сотен видов растений и животных. Создание базы данных теплофизических и прочих свойств снега, будет способствовать не только лучшему пониманию экологических процессов и явлений, происходящих в степях Евразии, но и позволит прогнозировать на годы вперёд изменения, вносимые колебаниями погодных условий и антропогенными факторами.

Список литературы

1. Котляков В.М. Мир снега и льда. М.: Наука, 1994. 286 с.
2. Формозов А.Н. Снежный покров как фактор среды, его значение в жизни млекопитающих и птиц СССР // К познанию фауны и флоры СССР, издаваемые Московским обществом испытателей природы. Нов. сер. Отд. Зоол. М., 1946. Вып. 5(XX). 141 с.
3. Насимович А.А. Роль режима снежного покрова в жизни копытных животных на территории СССР / отв. ред.: Г.Д. Рихтер, А.Н. Формозов. М.: Издательство Академии наук СССР, 1955. 401 с.
4. Никольский А.А., Рощина Е.Е., Сорока О.В. Снег как фактор зимней экологии мелких млекопитающих в степном заповеднике «Оренбургский» // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия Экология и безопасность жизнедеятельности. 2001. № 5.С. 12-19.
5. Атлас Оренбургской области. М.: Роскартография, 1993. 40 с.
6. Кухлинг Х. Справочник по физике: Пер. с нем. М.: Мир, 1982. 520 с.
7. Краткий справочник по физике / ред. Рыдник В.И. М.: Физматгиз, 1963. 552 с.
8. Осокин Н.И., Сосновский А.В., Чернов Р.А. Коэффициент теплопроводности снега и его изменчивость // Криосфера Земли. 2017. Т. 21. № 3.С. 60-68.
9. Копанев И.Д. Методы изучения снежного покрова. Л.: Гидрометеоиздат, 1971. 226 с.
10. Колесов А.Ф., Юрковский Н.Я. Пространственное варьирование высоты снежного покрова и глубины промерзания серых лесных почв // Почвоведение. 1975. № 11. С. 78-85.
11. Снег: справочник / Под ред. Д.М. Грея и Д.Х. Мэйла. Пер. с англ., Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 751 с.
12. Громов И.М., Ербаева М.А. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны. СПб.: ЗИН РАН, 1995. 520 с.
13. Климатический атлас СССР. Т. 1. М.: Гидрометеоиздат, 1960. 180 с.
14. Борисов А.А. Климаты СССР в прошлом, настоящем и будущем. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1975. 434 с.
15. Данные по климату СССР. Т. 2, Ч. 1 / Под ред. Филиппова В.В. Обнинск: Главн. упр. гидрометслужбы при Совмине СССР, 1997.
16. Дубровский Ю.А. Распространение степной пищухи и некоторые черты её экологии //Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1963. Т. 68. Вып.4. С.44-49.
17. Млекопитающие Казахстана. Т. 2. / Под ред. А.А. Слудского, Е.И. Страустмана. Алма-Ата: Наука Каз ССР, 1980. 238 с.
18. Никольский А.А., Рощина Е.Е., Сорока О.В. Некоторые черты зимней экологии степной пищухи в заповеднике «Оренбургский» // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 2000.Т. 105. Вып.6. С. 17-24.
19. Беловежец К.И. Математическое моделирование температурного режима нор наземных беличьих (Marmotinae) в период спячки: дисс. … канд. биол. наук: Специальность 03.00.16 (экология, биологические науки). М., 2006. 106 с.
20. Беловежец К.И., Никольский А.А. Температурный режим в норах наземных беличьих (Marmotinae) в период зимней спячки // Экология. 2012. № 2. С. 136-142.

УДК 911.2, 551.8
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-931-938

РЕКОНСТРУКЦИИ ИСТОРИИ ПАЛЕОПОЖАРОВ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ (ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ МАКРОСКОПИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ УГЛЯ В ТОРФЕ НА ТЕРРИТОРИИ МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА «КУЛИКОВО ПОЛЕ»)

RECONSTRUCTIONS OF THE LATE HOLOCENE PALEOFIRES IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE ZONE (FROM MACROSCOPIC CHARCOAL DATA IN PEAT FROM THE AREA OF THE MUSEUM-RESERVE "KULIKOVO BATTLEFIED")

Новенко Е.Ю.[1,2], Куприянов Д.А.[3], Волкова Е.М.[4]
Novenko E.Yu.[1,2], Kupriyanov D.A.[3], Volkova E.M.[4]

[1]Институт географии РАН, Москва, Россия
[2]НИУ ВШЭ, Факультет географии и геоинформационных технологий, Москва, Россия
[3]Института археологии РАН, Москва, Россия
[4]ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула, Россия
[1]Institute of Geography RAS, Moscow, Russia
[2]Faculty of Geography and Geoinformation Technologies, Higher School of Economics University, Moscow, Russia
[3]Institute of archeology RAS, Moscow, Russia
[4]Tula State University, Tula, Russia

E-mail: [1,2]lenanov@mail.ru, [3]dmitriykupriyanov1994@yandex.ru,[4]convallaria@mail.ru

Аннотация. Реконструкция частоты пожаров на территории музея-заповедника «Куликово поле» (бассейн Верхнего Дона, Среднерусская возвышенность) за последние 4000 лет выполнена на основе палеоантракологического анализа (изучения содержания макроскопических частиц угля с линейным размером более 100 мкм) в торфяных отложениях Подкосьмовского болота. В статье проведено сопоставление полученных результатов с количественными реконструкциями лесистости и изменениями растительности региона, выполненными ранее для этой территории с использованием палинологических данных и археологических материалов. Результаты исследования показали низкую пожарную активность на территории Куликова поля в интервале между 4000 и 1500 кал. (калиброванных) л.н. и в последующую эпоху поступление макроскопических частиц угля в торфяную залежь Подкосьмоского болота начало постепенно возрастать. Наибольшая частота пожаров и высокие значения скорости аккумуляции макрочастиц угля в торфе выявлены для периода 900-300 кал.л.н. Взаимосвязь между периодами увеличения поступления частиц угля в торфяную залежь и климатическими изменениями в течение последнего тысячелетия не установлена, однако выявлено четкое совпадение между интервалом повышенного накопления угля в торфе и этапами активизации освоения региона, подтвержденными многочисленными археологическими находками на древнерусских памятниках.

Ключевые слова: торфяная залежь, межпожарный интервал, макроуголь, палеоантракологический анализ, лесистость, ботанический анализ торфа, спорово-пыльцевой анализ.

Abstract. Reconstruction of the fire frequency in the area of the "Kulikovo Battlefield" Museum-Reserve (Upper Don River basin, Mid-Russian Upland) over the past 4.000 years has been carried out on the base of paleoantracological analysis (study of macroscopic charcoal particles with a linear size larger than 100 μm) in the peat core from Podkosmovsky mire. The obtained results of macroscopic charcoal analysis were compared with the published quantitative forest coverage reconstructions and vegetation dynamics in the region, palynological data and archaeological materials. The results of the study showed low fire activity in the area of the "Kulikovo Battlefield" between 4000 and 1500 cal. (calibrated) years BP. Starting at 1500 cal. years BP, the charcoal accumulation rate in the peat deposit of the Podkosmosky mire gradually increased. The highest frequency of forest fires and high values of the charcoal accumulation rate in peat were revealed for the period of 900-300 cal. years BP. The relationship between the periods of increased charcoal influx and climatic changes in the late Holocene has not been established, however, a clear correspondence has been revealed between the interval of increased charcoal accumulation in peat and stages of human activity in the region, confirmed by numerous archaeological findings.

Key words: Peat deposit, fire return interval, macroscopic charcoal, paleoantracological analysis, forest coverage, analysis of plant macro remains, pollen analysis.

Введение. Изучение растительности современной лесостепи и реконструкция ее динамики в голоцене приобретают в последнее время большое значение в связи с климатическими изменениями текущего столетия и усиливающейся антропогенной нагрузкой на экосистемы региона. К настоящему времени накоплен обширный массив данных палеоботанических исследований в экотоне леса и степи. Однако роль пожаров в трансформации растительного покрова лесостепи в голоцене рассмотрена лишь вфрагментарно, хотя реконструкции палеопожаров могли бы способствовать решению дискуссионных вопросов о формировании южной границы лесной зоны в голоцене.

Исследования периодичности пожаров в голоцене в подзоне северной лесостепи, результаты которых представлены в статье, выполнены в бассейне Верхнего Дона на территории государственного военно-исторического и природного заповедника «Куликово Поле». В настоящее заповедник занимает территорию площадью около 1600 км^2 и представляет собой важнейший модельный объект для изучения современного ландшафта северной лесостепи и его компонентов с целью сохранения и восстановления природной среды.

Цель представленной работы – реконструкция частоты пожаров на территории музея-заповедника «Куликово поле» в позднем голоцене, основанная на анализе макроскопических частиц угля в торфяных отложениях Подкосьмовского болота, сопоставление полученных данных с результатами изучения истории растительности региона и археологическими находками.

Изучаемая территория. Район исследований расположен в северо-восточной части Среднерусской возвышенности и относится к Среднерусской провинции лесостепной области Восточно-Европейской равнины *(рисунок 1)*. В соответствии с геоботаническим районированием Европейской части России [1], Куликово поле находится в Среднерусской подпровинции Восточноевропейской лесостепной провинции. Климат исследуемой территории умеренный, умеренно-континентальный. Согласно наблюдениям на метеостанции в г. Богородицк, расположенной в 40 км к северу от района исследований, среднегодовая температура +3,8°С, средняя температура января и июля –10,6°С и +18,4°С соответственно. Среднегодовое количество осадков 530 мм.

Для района исследований характерно сочетание разнообразных типов почв: черноземных, серых лесных, а также луговых и болотных. Растительный покров Куликова поля представляет собой мозаику лесных, степных, луговых, болотных и антропогенно-нарушенных (сельскохозяйственные поля, разновозрастные залежи, экспериментальные посевы по восстановлению степной растительности) экосистем [2-4].

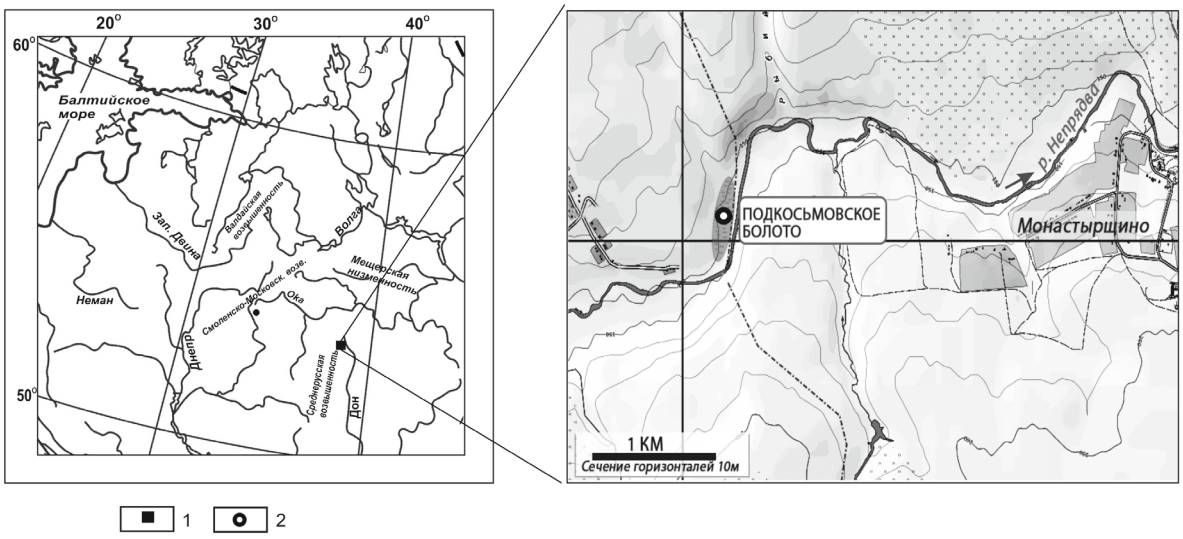


Рисунок 1. Географическое положение изучаемой территории.
1 – положение района исследования, 2 – положение точки бурения (https://bestmaps.ru/map/osm/opentopomap).

Материалы и методы. Реконструкция палеопожаров на территории музея-заповедника «Куликово поле» выполнена по данным изучения макроскопических частиц угля из торфяных отложений Подкосьмовского болота (N 53º40’117’’, E 38º35’258’’), расположенного в пойме по

левому борту долины р. Непрядвы, в 2 км выше по течению от с. Монастырщино *(рисунок 1)* и занимающего вместе с заболоченными землями площадь около 3 га [5]. В питании болота принимают участие грунтовые и аллювиальные воды, что обеспечивает высокую минерализацию болотных вод (425-690 мг/л) и формирование эвтрофной растительности, которая представлена сообществами камышовой (асс. *Scirpus sylvaticus*), таволговой (асс. *Filipendula ulmaria*), заостренноосоковой (асс. *Carex acutiformis*) и хвощовой (асс. *Equisetum fluviatile*) ассоциаций. Указанные сообщества формируются при разном увлажнении: уровень залегания болотных вод варьирует от 3 до 40 см ниже поверхности болота в течение вегетационного сезона. Торфяная залежь болота имеет максимальную мощность 120 см. Отсутствие следов антропогенного воздействия на структуру торфяных отложений и современный растительный покров послужило основанием рассматривать Подкосьмовское болото как модельную болотную экосистему и придать ему статус ООПТ (Постановление правительства Тульской области от 29.04.2015 г. № 210).

Палеоэкологические исследования Подкосьмовского болота проходили в два этапа. На первом этапе в 2009 г в наиболее глубокой части болота была пробурена скважина, глубиной 120 см, и выполнены ботанический анализ торфа, спорово-пыльцевой анализ и радиоуглеродное датирование образцов торфа, результаты которых подробно опубликованы [6, 7]. При бурении болота установлено, что ниже горизонтов торфа залегает глина, голубовато-серая, тонкослоистая. В составе залежи представлены только низинные виды торфа *(рисунок 2)*, в разных частях болота состав залежи отличается незначительно. Торфяная залежь образована осоковым, травяным, древесным (ива пепельная), древесно-травяным и древесно-осоковым торфом [2]. Высокая степень разложения торфа (от 65% в придонных горизонтах залежи до 35-40% – в ее верхней части) указывает на изменчивый гидрологический режим болота, что обуславливало активное разложение растительных остатков в условиях оптимальной аэрации.

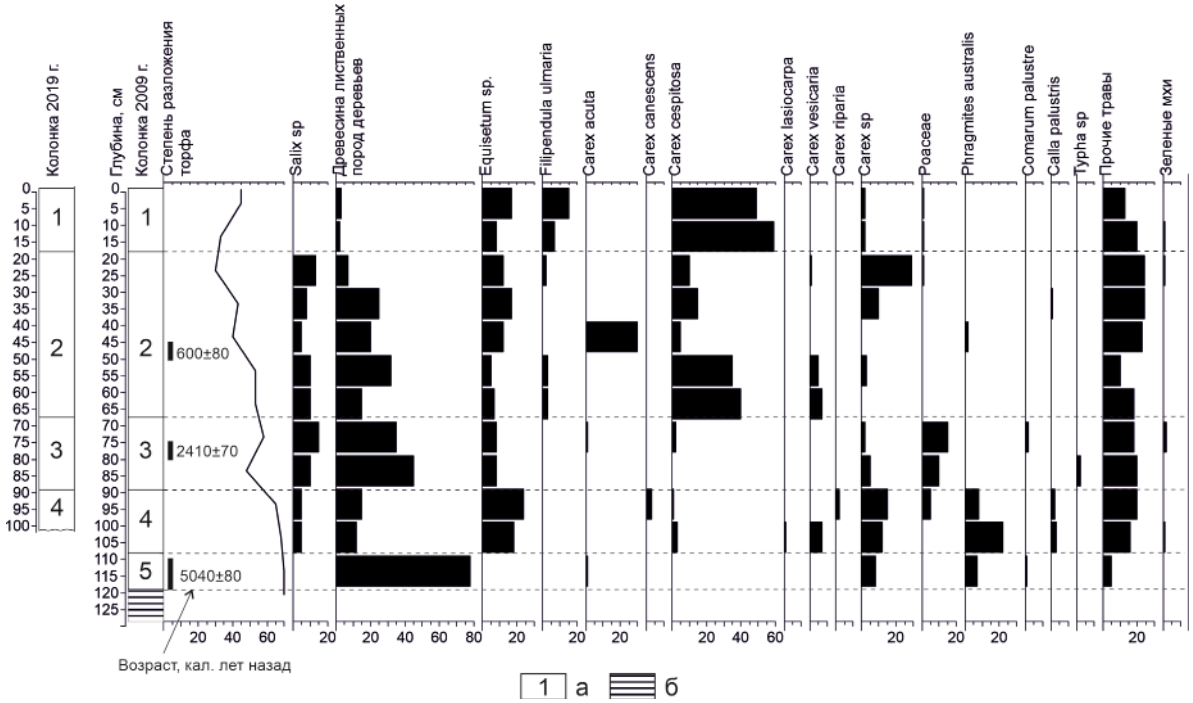


Рисунок 2. Ботанический состав торфа Подкосьмовского болота и соотношение торфяных колонок, отобранных в 2009 и 2019 гг. *а* – торф (виды торфа: 1– осоковый, 2 – древесно-осоковый, 3 – древесно-травяной, 4 – травяной, 5 – древесный), *б* – глина.

Возраст базального горизонта торфа – 5040±80 кал. л.н. (калиброванных лет назад). По полученным ранее радиоуглеродным датировкам [6] в представленной работе рассчитана модель вертикального прироста торфа *(рисунок 3)* с использованием программы Bacon в программной среде R. Для калибровки радиоуглеродных датировок применена программа Calib 8.2, использующая калибровочную кривую IntCal20.

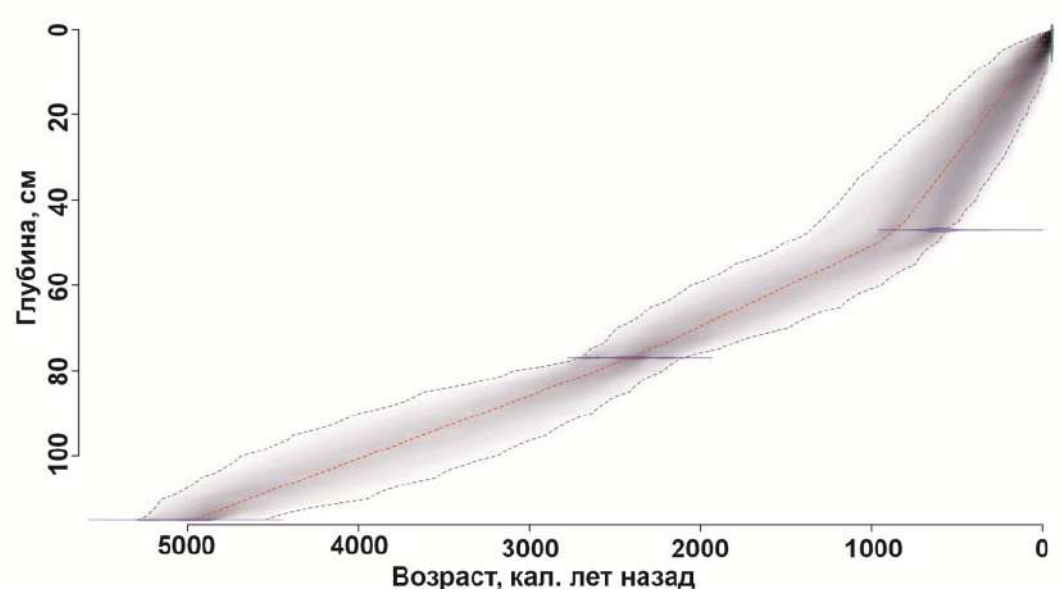


Рисунок 3. Модель вертикального роста торфа в Подкосьмовском болоте.

В 2019 г. торфяная залежь болота была изучена повторно и отобраны образцы для изучения концентрации макроскопических частиц угля в торфе и реконструкции палеопожаров. Торфяная колонка, отобранная в 2019 г., по техническим причинам оказалась короче, чем керн, отобранный в 2009 г. Обе скважины были заложены в центральной части болота в осоковом сообществе, и ботанический состав торфа вскрытых торфяных залежей очень близок по составу и положению границ слоев *(рисунок 2)*. На этом основании мы сопоставили результаты радиоуглеродного датирования и спорово-пыльцевого анализа из скважины, полученной ранее, с результатами изучения макроскопических частиц угля, полученных в рамках представленной работы.

Реконструкция периодичности пожаров в голоцене в бассейне Верхнего Дона выполнена на основе анализа концентрации макроскопических частиц угля (с линейными размерами более 100 мкм) в торфяной колонке. Основным источником поступления микро- и макроскопических частиц угля на поверхность болотного массива считаются выпадения из атмосферы в результате конвективных процессов, возникающих благодаря тепловому воздействию пожаров, а также поступления в результате процессов плоскостного смыва в болотную котловину. Эксперименты и модельные расчеты показали, что макроскопические частицы угля выпадают из воздуха в радиусе от нескольких сотен метров до 20 км от источника возгорания [8], однако основная масса частиц оседает в пределах двух-трех километров от болота. Таким образом, угольные частицы с размерами более 100 мкм служат надежными индикаторами локальных пожаров.

Отбор образцов из торфяной залежи проведен торфяным буром Сукачёва с диаметром пробоотборника 5 см и длиной 50 см. Для анализа макроскопических частиц угля образцы влажного торфа объемом 1 $см^3$ отобраны непрерывно с интервалом отбора 1 см. Всего проанализировано 100 образцов. Подготовка проб проведена по стандартной методике [9]. Образцы торфа отбеливали в 10%-м водном растворе NaOCl объемом 100 мл в течение суток при комнатной температуре, затем каждый образец промывали дистиллированной водой через сито с диаметром ячей 100 мкм и помещали в чашку Петри. Все содержащиеся в чашке Петри частицы угля подсчитывали при 28-кратном увеличении под стереоскопическим микроскопом модели МБС-10 171.

Статистическая обработка результатов подсчета концентрации угольных частиц в торфе осуществлялась в программном пакете tapas [10], который является улучшенным и адаптированным для программной среды R обновлением программы CharAnalysis [8]. Программа позволяет рассчитать скорость аккумуляции частиц угля, выделить ее фоновые и пиковые значения, а также локальные пожарные эпизоды (один или серию крупных пожаров в окрестностях болота) и межпожарные интервалы.

Трансформация полученных значений концентрации макроскопических частиц угля в скорость аккумуляции (частиц/$см^2$ в год) проведена с помощью рассчитанной модели скорости вертикального прироста торфа. Предварительно значения были интерполированы и приведены

к единому временному разрешению каждого образца, который был равен медианному временному разрешению каждого сантиметра торфяной залежи (40 лет). Затем проведено определение фоновых значений скоростей аккумуляции частиц угля при помощи статистической функции локальной взвешенной регрессии с робастными весами (robust LOWESS) со сглаживающим интервалом в 300 лет. Под фоновыми значениями понимают низкочастотные колебания скорости аккумуляции угля, соответствующие региональному сигналу пожарной динамики и учитывающие возможные погрешности при отборе, пробоподготовке и переотложении угля внутри торфяной залежи.

Для выделения локальных пирогенных эпизодов рассчитано пороговое значение скорости аккумуляции угольных частиц. Непрерывные интерполированные значения скоростей аккумуляции угля, превышающие пороговые значения, расценивались как пожарные эпизоды. Для оценки статистической достоверности для каждого временного окна использовался индекс отношения сигнала к шуму (Signal-to-Noise Index, SNI). Значения SNI > ~0,5 считаются достаточными, а SNI > 3 – максимально достоверными для статистически обоснованного выделения локального пожара. Согласно нашим расчетам, диапазон значений SNI составил от 2,8 до 7,1, что удовлетворяет требованиям статистического анализа. Межпожарный интервал (МПИ) рассчитан как интервал времени между двумя локальными пирогенными эпизодами.

Для выявления роли пожаров в формировании растительного покрова территории были использованы результаты ботанического анализа торфа [2] и спорово-пыльцевого анализа торфяной залежи болота Подкосьмово [6], а также реконструкции лесистости территории Куликова поля, выполненные по палинологическим данным из болота методом «лучших аналогов». Методика и результаты этих реконструкций подробно опубликованы [7].

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты анализа накопления угольных частиц в торфяной колонке, отобранной в 2019 г., позволяют охарактеризовать изменения пожарной активности территории, начиная с 4000 кал. л.н. Подсчеты концентрации макроскопических частиц угля в торфяной залежи выявили ее высокую изменчивость в диапазоне от 49 до 2779 частиц/см^3 *(рисунок 4а)*. Низкие значения концентрации частиц угля (50-120 частиц/см^3) характерны для нижней части торфяной колонки (100-81 см). В интервале глубин 81-60 см концентрации частиц угля увеличиваются, но испытывают резкие колебания, не превышая 1000 частиц/см^3. Существенный рост концентраций угольных частиц (от 200 до 1500 частиц/см^3, с пиками до 2900 частиц/см^3) выявлен в интервале 60-15 см. В верхней части торфяной залежи концентрация частиц угля понижается до 150-200 частиц/см^3.

Расчеты скорости аккумуляции частиц угля и выделение пиков выявили низкую пожарную активность в период 4000-1500 кал. л.н. *(рисунок 4)*. Фоновые и интерполированные значения не превышают 10-15 частиц/см^2 в год, МПИ колебался от 200 до 350 лет *(рисунок 4в)*. В период 1500-900 кал. л.н. скорости аккумуляции угля возросли до 20 частиц/см^2 в год, однако МПИ оставался длительным и составлял около 150 лет. Резкое увеличение скорости накопления макрочастиц угля в торфе выявлено в интервале 900-300 кал. л.н. Фоновые и интерполированные значения возросли до 30-40 частиц/см^2 в год, выделены резкие пики, превышающие 70–80 частиц/см^2 в год. МПИ сократился до 50-100 лет. В течение последних 300 лет накопление угля сократилось, выявлен только один пожарный эпизод.

Полученные результаты анализа концентраций макроскопических частиц угля в торфе и их сопоставление с палинологическими данными и реконструкциями лесистости территории Куликова поля в позднем голоцене *(рисунок 5)* позволили нам восстановить историю изменений растительности региона и рассмотреть влияние пожаров на растительный покров.

Согласно данным палинологического анализа торфяной залежи Подкосьмовского болота [6], в период 4000-2300 кал. л.н. изучаемая территория принадлежала к зоне лесостепи. Мозаичный растительный покров включал в себя участки широколиственно-сосновых лесов, пойменные ольшатники и луговые степи на сухих склонах и хорошо дренируемых водоразделах. Лесистость территории составляла 30-40% [7], и к временному рубежу 2700 кал. л.н. достигала 45% *(рисунок 5)*. Увеличение лесистости происходило на фоне похолодания климата, начавшегося в Европе около 2700-2500 кал. л.н. и прослеженного как по многочисленным реконструкциям с использованием палинологических данных в различных регионах Европы [11], так и по материалам исследований в центре Восточно-Европейской равнины и на Среднерусской возвышенности [12]. Пожары, очевидно, не оказывали значительного влияния на динамику растительности района Куликова поля в этот период, на что указывает длительный

межпожарный интервал (от 600 до 200 лет) и относительно низкая интенсивность аккумуляции макроскопических частиц угля в торфе (см. *рисунок 4)*.

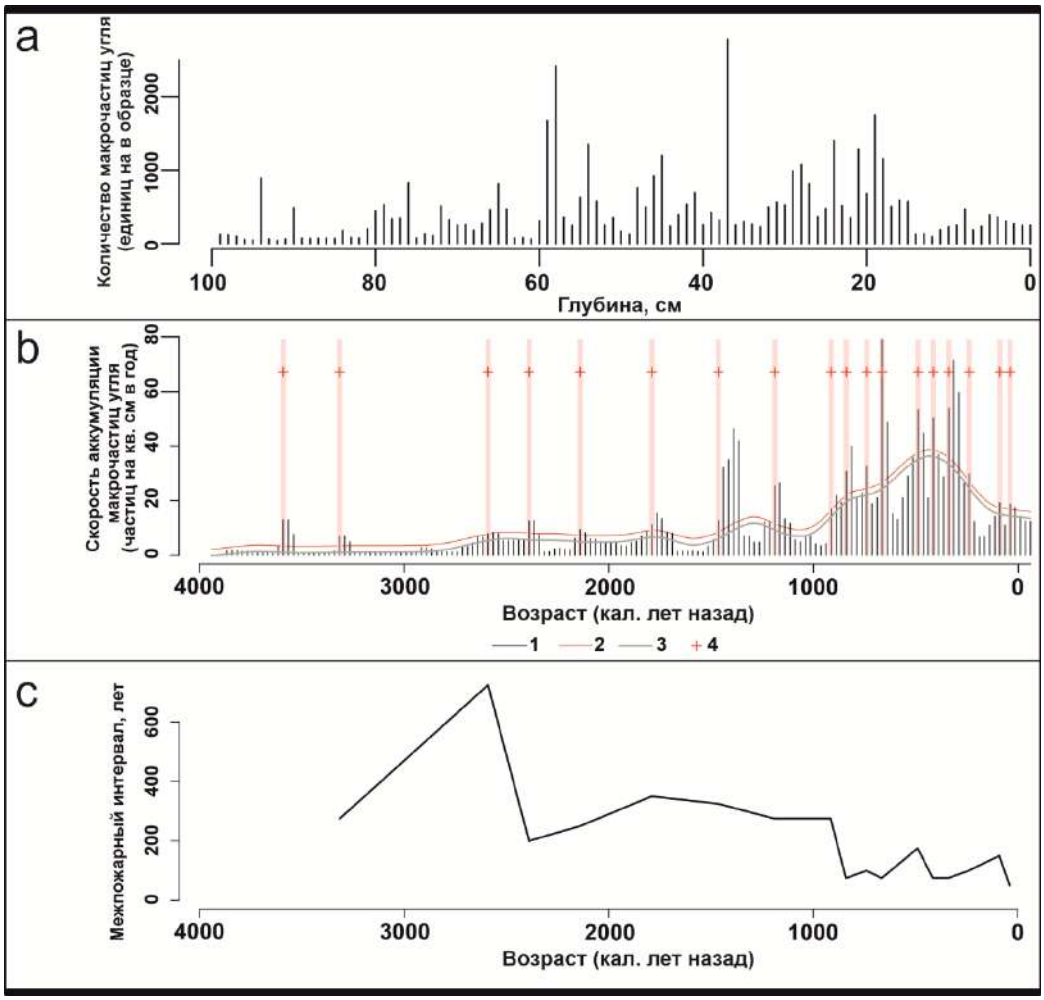


Рисунок 4. Результаты изучения макроскопических частиц угля в торфе Полкосьмовского болота. (а) концентрация макрочастиц угля, (б) скорость аккумуляции макрочастиц угля (1 – интерполированные значения скоростей аккумуляции угля, 2 – пороговые значения, 3 – фоновые значения, 4 – локальные пожарные эпизоды), (в) межпожарный интервал.

Существенные изменения растительного покрова в районе Куликова поля произошли около 2300 кал. л.н. Доля пыльцы деревьев и кустарников сократилась с 80 до 50-60%, в то же время участие трав и пыльцы растений – антропогенных индикаторов увеличилось [6], постоянным компонентом спорово-пыльцевых спектров стала пыльца культурных злаков (см. *рисунок 5*). Лесистость территории понизилась до 15% [7]. В разрезах поймы Непрядвы выявлены признаки антропогенной эрозии почв [13]. Однако, анализ концентрации макроскопических частиц угля в торфе не выявил возрастания пожарной активности в районе исследований. Подъем кривой скорости аккумуляции угля и сокращение МПИ происходит только около 1500 кал. л.н. Возможно, обезлесение территории было связано с антропогенным фактором, например, с рубкой деревьев и использованием древесины. Археологические свидетельства пребывания человека на территории Куликова поля в эпоху бронзы фрагментарны. Возможно, в этот период на изучаемой территории существовали скотоводческие хозяйства [14]. Но большинство исследователей указывает, что периоды освоения территории в бронзовом веке были кратковременными и оказывали локальное воздействие на окружающую среду. Археологические памятники раннего железного века в районе Куликова поля не обнаружены. Возможно, изменения растительности, выявленные по спорово-пыльцевым спектрам, и появление пыльцы культурных злаков отражают некоторый региональный фон, при этом на участке, непосредственно примыкающем к Подкосьмовскому болоту, поселения человека могли отсутствовать.

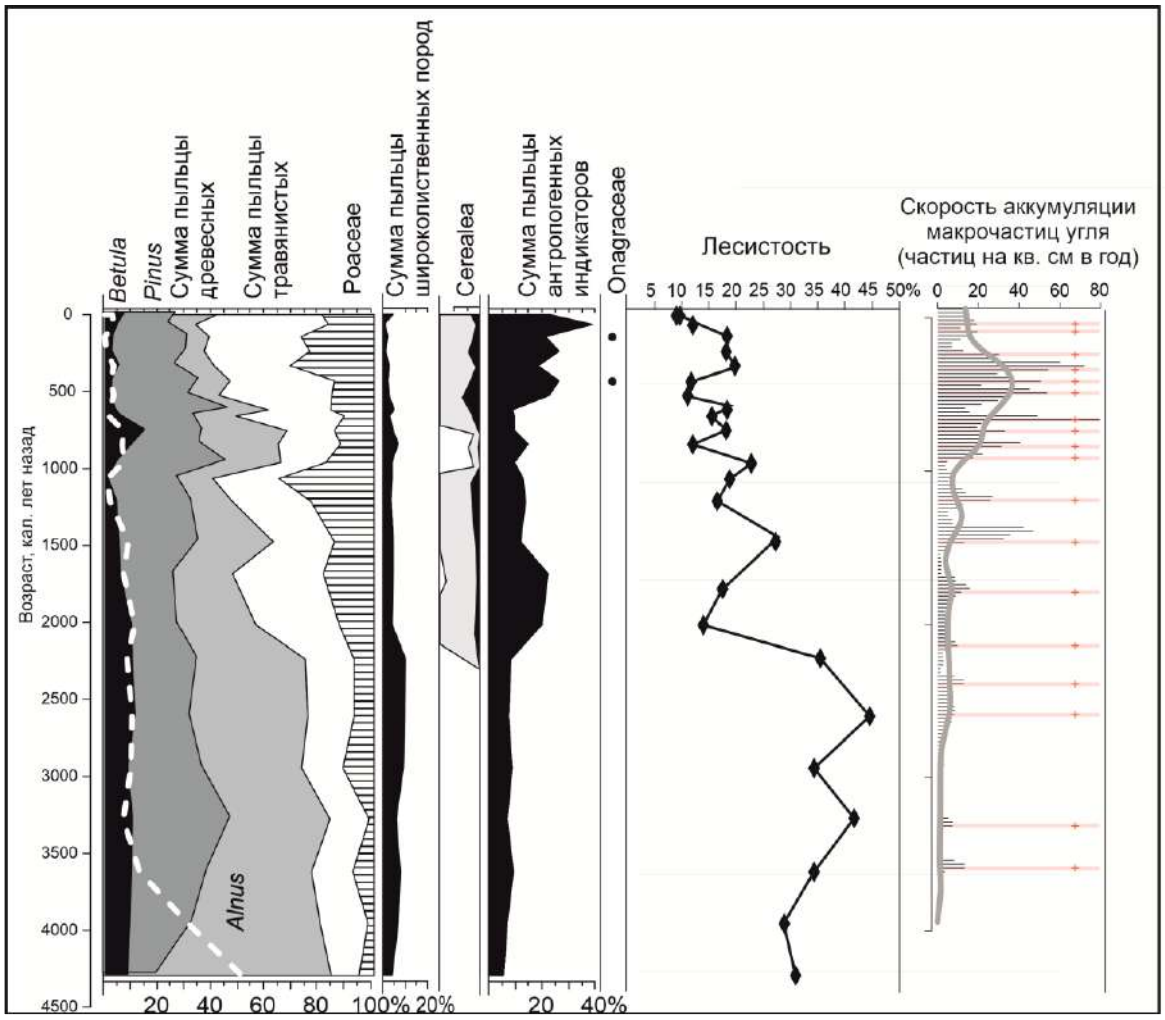


Рисунок 5. Сопоставление результатов анализа макроскопических частиц угля в торфе Подкосьмовского болото с полученными ранее для этого болота результатами палинологического анализа [6] и реконструкцией лесистости [7].

Заметное увеличение аккумуляции макрочастиц угля в торфе и возрастание частоты пожаров выявлено для последнего тысячелетия. В течение временного интервала между 900 и 300 кал. л.н. в окрестностях Подкосьмовского болота произошло 9 крупных пожаров, МПИ сократился до 50-100 лет. Уменьшение лесистости в регионе исследований в тот же период и обилие пыльцы антропогенных индикаторов в спорово-пыльцевых спектрах свидетельствуют о возрастании антропогенного воздействия на растительный покров [15]. Согласно археологическим данным, в Средневековье территория Куликова поля неоднократно была заселена и вновь оставлена человеком. В ее пределах известно свыше 250 древнерусских памятников, включая городища и могильники, относящихся к двум этапам активизации освоения региона: конец XII – середина XIII в., и первая половина XIV – конец XIV в. [14]. Пожары, возможно, происходили не только по естественным причинам, но под влиянием человека. Следует отметить, что похолодание Малого ледникового периода (МЛП), установленное в Европе в XIV-XVII вв. по данным многочисленных палеоархивов с большим географическим охватом [16], не привело на территории Куликова поля к сокращению пожаров и увеличению площади лесов.

Результаты спорово-пыльцевого анализа выявили существенную деградацию лесов в течение последних 300 лет, которая связана с освоением территории в Новое время. В этот период происходило возделывание больших площадей пашни, увеличилась плотность населения региона, появились новые населенные пункты и дороги [17]. В настоящее время лесистость территории Куликова поля не превышает 10% [7]. Согласно результатам анализа макрочастиц угля в торфе, поступление угля в торфяную залежь в течение последних 300 лет сократилось.

Возможно, фрагментация лесов и меры по предотвращению и тушению пожаров привели к снижению пожарной активности в регионе.

Заключение. Проведенное исследование концентрации макроскопических (более 100 мкм) частиц угля в торфе позволило сделать вывод, что в позднем голоцене наибольшая частота пожаров на территории Куликова поля и высокие значения скорости аккумуляции макрочастиц угля в торфе были характерны для интервала 900-300 кал. л.н. Высокая пожарная активность в этот период была, очевидно, обусловлена действием антропогенного фактора при освоении изучаемого региона в Средневековье. Временной интервал повышенного накопления угля в торфе совпадает с этапами активизации освоения региона, подтвержденными многочисленными археологическими находками древнерусских памятников.

Исследования выполнены в рамках государственного задания Института географии РАН FMWS-2024-0005.

Список литературы

1. Растительность Европейской части СССР / ред. С.А. Грибова, Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко. Л.: Наука, 1980. 425 с.

2. Волкова Е.М. Пойменные болота северо-востока Среднерусской возвышенности // Бот. журн. 2011. Т. 96. № 4. С. 503-514.

3. Семенищенков Ю.А., Волкова Е.М. Экологические и флористические различия двух типов сообществ широколиственных лесов на Среднерусской возвышенности // Rus. J. Ecosyst. Ecol. 2021. Т. 6. № 1. С. 36-54. DOI: 10.21685/2500-0578-2021-1-3.

4. Семенищенков Ю.А., Булохов А.Д., Полуянов А.В., Волкова Е.М. Синтаксономический обзор мезофитных широколиственных лесов союза Aceri campestris–Quercion roboris Bulokhov et Solomeshch in Bulokhov et Semenishchenkov 2015 юго-запада России // Растительность России. 2022. № 44. С. 136-162.

5. Зацаринная Д.В., Волкова Е.М., Леонова О.А. Разнообразие растительности пойменных болот юго-восточной части Тульской области // Изв. ТулГУ. Естественные науки. 2022. Вып. 1. С. 28-36. DOI: 10.24412/2071-6176-2022-1-28-37.

6. Novenko E.Yu., Volkova E.M. The middle and late Holocene vegetation and climate history of the forest-steppe ecotone area in the central part of European Russia // Geograph. Rev. Japan Series B. 2015. Vol. 87. № 2. P. 1-8. DOI: 10.1007/s10531-016-1051-8.

7. Новенко Е.Ю. Реконструкция динамики древесной растительности территории музея-заповедника «Куликово поле» в среднем и позднем голоцене // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2017. Т. 2. № S2. С. 66-76. DOI: 10.24189/ncr.2017.034.

8. Higuera P.E, Brubaker L.B., Anderson P.M. et al. Vegetation mediated the impacts of postglacial climate change on fire regimes in the south-central Brooks Range, Alaska // Ecol. Monographs. 2009. Vol. 79. P. 201-219.

9. Mooney S., Tinner W. The analysis of charcoal in peat and organic sediments // Mires and Peat. 2011. Vol. 7. P. 1-18.

10. Finsinger W., Bonnici I. Tapas: an R package to perform trend and peaks analysis. 2022. DOI: 10.5281/zenodo.6344463 (accessed 01.06.2022).

11. Mauri A., Davis B.A.S., Collins P.M., Kaplan J.O. The climate of Europe during the Holocene: a gridded pollen-based reconstruction and its multi-proxy evaluation // Quat. Sci. Rev. 2015. Vol. 112. P. 109-127. DOI: 10.1016/j.quascirev.2015.01.013.

12. Новенко Е.Ю. Динамика ландшафтов и климата в центральной и восточной Европе в голоцене – прогнозные оценки изменения природной среды // Геоморфология. 2021. Т. 52. № 3. С. 24-47. DOI: 10.31857/S0435428121030093.

13. Сычева С.А. Развитие пойменных почв и ландшафтов в голоцене в районе Куликова поля // Почвоведение. 2009. № 1. С. 18-28.

14. Гоняный М.И., Александровский А.Л., Гласко М.П. Северная лесостепь бассейна Верхнего Дона времени Куликовской битвы. М.: Унопринт, 2007. 208 с.

15. Lukanina E., Shumilovskikh L., Novenko E. Vegetation and fire history of the East-European forest-steppe over the last 14,800 years: A case study from Zamostye, Kursk region, Russia // Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol. 2022. Vol. 605. Art. 111218.

16. PAGES 2k Consortium. Continental-scale temperature variability during the past two millennia // Nature Geosci. 2013. Vol. 6. P. 339-346. DOI: 10.1038/ngeo1834.

17. Бурова О.В., Наумов А.Н. Изменение структуры землепользования в верховьях Дона с конца XII до начала XX вв. (на примере балочного комплекса «Журишки», Тульская область) // Изв. РАН. Сер. геогр. 2022. № 4. С. 639-650. DOI: 10.31857/S2587556622040033.

УДК 574.42
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-939-945

ГАЛОФИТНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ КОЛЫШЛЕЙСКОГО РАЙОНА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

HALOPHYTIC VEGETATION OF THE KOLYSHLEI DISTRICT OF THE PENZA REGION

Новикова Л.А.[1], Васюков В.М.[2], Михеева В.А.[1]
Novikova L.A.[1], Vasjukov V.M.[2], Mikheeva V.A.[1]

[1]Пензенский государственный университет, Пенза, Россия
[1]Penza State University, Penza, Russia

[2]Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, Россия
[2]Samara Federal Research Center of the RAS, Institute of Ecology of the Volga Basin of the RAS, Togliatti, Samara Region, Russia

E-mail: [1]la_novikova @mail.ru, miheeva.valerya2016@yandex.ru, [2]vvasjukov@yandex.ru

Аннотация. В работе изучена галофитная растительность двух урочищ «Жмакинский солонец» и «Кайсаровский солонец», из которых охраняется только последний. Установлено, что на этих урочищах отмечается 18 редких видов, из которых 1 вид охраняется на федеральном уровне и 18 – на региональном. Галофитная растительность этих участков составляет 85,6%, причем галофитные степи (53,2%) преобладают над галофитными лугами (32,4%). Галофитные степи представлены преимущественно *полукустарничковыми* (34,0%) и в меньшей степени *многолетнеразнотравными* (19,2%). Галофитные луга очень разнообразны и из них преобладают *многолетнеразнотравные* (20,4%), в большей степени участвуют: *однолетнеразнотравные* (4,8%), *дерновиннозлаковые* (3,6%), к*орневищнозлаковые* (2,4%), а в меньшей степени – *клубнекорневищноосоковые*, *длиннокорневищноосоковые* (по 0,6%). Негалофитная растительность представлена степями (7,8%) и лугами (6,6%). Степная растительность состоит исключительно из луговых степей, а луговая – из остепненных (4,2%) и настоящих (2,4%) лугов. Выявлены основные этапы демутации галофитной растительности. Засоленный участок, который находится в 5 км юго-восточнее с. Жмакино Колышлейского района Пензенской области, отличается очень редкой флорой, растительностью и нуждается в создании памятника природы регионального значения под названием «Жмакинский солонец».

Ключевые слова: галофитная растительность, галофиты, галофитные степи, галофитные луга, демутация.

Abstract. The halophytic vegetation of two tracts "Zhmakinsky solonets" and "Kaysarovsky solonets", of which only the latter is protected, is studied in the work. It is established that there are 18 rare species in these tracts, of which 1 species is protected at the federal level and 18 at the regional level. Halophytic vegetation of these areas is 85.6%, and halophytic steppes (53.2%) prevail over halophytic meadows (32.4%). Halophytic steppes are mainly semi-shrubby (34.0%) and to a lesser extent perennial (19.2%). Halophytic meadows are very diverse and perennial grasslands predominate among them (20.4%), to a greater extent: annual grasslands (4.8%), turf grasslands (3.6%), rhizomatous grasslands (2.4%), and to a lesser extent – tuber-root grasslands, long-root grasslands (0.6% each). Non-halophytic vegetation is represented by steppes (7.8%) and meadows (6.6%). Steppe vegetation consists exclusively of meadow steppes, and meadow vegetation consists of settled (4.2%) and real (2.4%) meadows. The main stages of halophyte vegetation demutation are revealed. The saline site, which is located 5 km south-east of the village of Zhmakino in the Kolyshlei district of the Penza region, is distinguished by very rare flora and vegetation and needs the creation of a nature monument of regional significance called "Zhmakinsky Solonets".

Key words: halophytic vegetation, halophytes, halophytic steppes, halophytic meadows, de mutation.

Галофитная растительность лесостепной зоны находится на северной границе распространения засоленных почв и поэтому нуждается в особом внимании. В Пензенской области галофитная растительность изучена явно недостаточно [1-4], но в последние годы ей уделяется большое внимание [5-12]. В Поволжье она изучена преимущественно с позиции эколого-флористической классификации [13, 14], в том числе и в Пензенской области [15].

В данной работе изучена галофитная растительность Колышлейского района Пензенской области с позиции эколого-фитоценотической классификации [16, 17]. Применение этой классификации позволяет изучать динамические процессы и, прежде всего, процесс восстановления галофитной растительности после уничтожения. Выделены основные этапы

восстановления галофитных степей и лугов в разных экологических условиях после уничтожения [10].

В настоящее время в Пензенской области известны уже около 20 засоленных участков, но только три из них охраняются на региональном уровне в качестве памятников природы: «Солонцовая степь» в Лунинском районе (2000 г.), «Даниловская солонцовая поляна» в Малосердобинском районе (2000 г.) и «Кайсаровский солонец» в Колышлейском районе (2020 г.).

В Колышлейском районе Пензенская области нами изучены два засоленных участка: «Жмакинский солонец» и «Кайсаровский солонец», из которых только один последний охраняется на региональном уровне.

«Жмакинский солонец» находится в 5 км юго-восточнее с. Жмакино и обнаружен Б.А. Келлером в 1901 г. [3, 6, 9, 12, 18]. Площадь – 100 га.

«Кайсаровский солонец» располагается в 3,7 км южнее с. Кайсаровка и найден А.И. Ивановым в 2006 г. [6, 9, 18]. Площадь – 55,6 га.

«Кайсаровский солонец» получил статус памятника природы регионального значения в 2020 г. постановлением Правительства Пензенской области № 704-пП. «О памятнике природы регионального значения «Кайсаровский солонец» от 07.10.2020.

Изученная территория находится в нижнем (с. Жмакино) и среднем (с. Кайсаровка) течении р. Колышлей – левого притока р. Хопер (Донской бассейн). Описание почвенно-растительного покрова солонцов содержится в работе А.А. Чистяковой и Г.Р. Дюковой в 2010 г. [12]. Почвенный покров представляет сочетание черноземов глинисто-иллювиальных (черноземов выщелоченных, в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв СССР», 1977) [19] и солонцов [20]. Они характеризуются сложной мозаикой почвенно-растительного покрова, обусловленной особенностями микрорельефа. При этом наиболее ксерофитными являются засоленные бровки блюдец (галофитные степи), а наиболее мезофитьными – днища блюдец (галофитные луга).

Латинские названия видов приводятся, в основном, по сводке С.К. Черепанова (1995) [21].

Флора этих участков изучалась длительное время и особенно подробно – в 2018 г. [18].

Охраняется 18 редких видов, из них 1 вид (*Stipa pennata* L.) занесен в Красную книгу Российской Федерации (2008) [22] и 18 видов (*Allium podolicum* Blocki ex Racib. et Szafer, *Silaum silaus* (L.) Schinz et Thell., *Artemisia santonica* L., *Galatella linosyris* (L.) Rchb. f., *Jacobaea erucifolia* (L.) G. Gaertn. et al. [*Senecio erucifolius* L.], *Jacobaea kirghisica* (DC.) E. Wiebe [*Senecio paucifolius* S.G. Gmel.], *Scorzonera parviflora* Jacq., *Tripolium albosetum* Vasjukov et Saksonov, prov., *Gentiana pneumonanthe* L., *Iris halophila* Pall., *Limonium donetzicum* Klokov [*L. tomentellum* auct. non (Boiss.) Kuntze], *Plantago cornutii* Gouan, *Plantago maxima* Juss. ex Jacq., *Plantago salsa* Pall., *Scolochloa festucacea* (Willd.) Link, *Stipa pennata* L., *Pedicularis dasystachys* Schrenk, *Viola stangina* Kit. ex Schult. [*V. persicifolia* Schreb.]) – в Красную книгу Пензенской области (2013) [23]. Кроме того, еще 1 вид (*Artemisia nitrosa* Weber ex Stechm.) рекомендуется для внесения в 3-е и издание Красной книги Пензенской области.

Растительный покров изучаемой территории имеет довольно сложный характер. Он определяется рельефом, увлажнением и содержанием солей в почве.

Галофитная растительность этих участков составляет 85,6%, причем преобладают галофитные степи (53,2%) над галофитными лугами (32,4%). Остальную площадь (14,4%) занимает негалофитная растительность, которая представлена степями (7,8%) и лугами (6,6%). Степная растительность состоит исключительно из луговых степей, а луговая – из остепненных (4,2%) и настоящих (2,4%) лугов.

Галофитные луга (32,4%) очень разнообразны и включают 33 растительные ассоциации. Выделяются шесть групп формаций: *дерновиннозлаковые* (3,6%), ко*рневищнозлаковые* (2,4%), *многолетнеразнотравные* (20,4%), *клубнекорневищноосоковые* (0,6), *длиннокорневищноосоковые* (0,6) и *однолетнеразнотравные* (4,8%). Для них характерно преобладание луговых видов (35,6-95,0%) и, главным образом, галомезофитов (20,0-85,0%).

Урочище «**Жмакинский солонец**» отличается несколько большим участием (91,6%) галофитной растительности. На этом солонце также наблюдается преобладание по площади галофитных степей (55,8%) над галофитными лугами (35,8%).

Из галофитных степей отмечается довольно близкое соотношение двух групп формаций: полукустарничковых (28,6%) и многолетнеразнотравных (27,2%).

Полукустарничковые галофитные степи включают только одну формацию с доминированием полыни селитряной (формация с доминированием полыни сантонинной полностью отсутствует).

Пять ассоциаций этой формации представлены довольно неравномерно. Наибольшее распространение имеет ***селитрянополынная*** ассоциация (10,0%). За ней следует ***тончайшебескильницево-селитрянополынная*** ассоциация (9,0%), а только потом – ***типчаково-селитрянополынная*** ассоциация (7,2%). Эти ассоциации занимают наиболее засоленные местообитания на солонце, причем первая ассоциация встречается в средних условиях по увлажнению, вторая ассоциация развивается в более влажных условиях, а третья ассоциация, напротив, – в более сухих.

Две других ассоциации (***узколистномятликово-селитрянополынная*** и ***ползучепырейно-селитрянополынная***) встречаются на солонце фрагментарно и занимают небольшую площадь (по 1,2%). Сообщества этой ассоциации развиваются в условиях сильно засоленных почв и средней влажности.

Многолетнеразнотравные галофитные степи содержат две формации с доминирорвнием кермека опущенного (16,4%) и солонечника льнолистного (10,8%). Здесь не была описана третья формация с доминированием крестовника эруколистного.

Первая формация с доминирорвнием кермека опущенного содержит пять ассоциаций. Наибольшее распространение имеет ***типчаково-опушеннокермековая*** ассоциация (8,0%). Далее следует ***ползучепырейно-опушеннокермековая*** ассоциация (4,8%). Обе ассоциации развиваются на сильно засоленных почвах, но первая ассоциация предпочитает более сухие, а вторая – более влажные.

Остальные три ассоциации (***расставленобескильницево-опушеннокермековая, безостокострецово-опушеннокермековая, обыкновеннотростниково-опушеннокермековая***) отмечаются значительно реже и имеют небольшую площадь (по 1,2%).

Вторая формация с доминирорвнием солонечника льнолистного также включают пять ассоциаций, из которых только две (***узколистномятликово-льновидносолонечниковая***, ***ползучепырейно-льновидносолонечниковая***) более или менее выражены в пространстве (по 3,6%). Сообщества этих ассоциаций развиваются в условиях меньшего засоления почв, но первой приурочены к менее влажным условиям солонца, а вторые – к более влажным.

Три остальные ассоциации встречаются значительно реже и занимают небольшую площадь (по 1,2%).

Галофитные луга, хотя и уступают в своем распространении галофитными степям, но она являются очень разнообразными (дерновиннозлаковые, мнолетнеразнотравные и однолетнеразнотравные). На «Жмакинском солонце» отсутствуют корневищнозлаковые, клубнекорневищноосоковые и длиннокорневищноосоковые галофитные луга.

Из галофитных лугов преобладают мнолетнеразнотравные (22,6%), участвуют однолетнеразнотравные (9,6%) и в меньшей мере – дерновиннозлаковые группы формаций (3,6%).

Мнолетнеразнотравные галофитные луга включают 4 формации с доминированием подорожника солончакового (6,0%), подорожника наибольшего (6,0%), подорожника Корнута (5,8%) и крестовника киргизского (4,8%). Важной особенностью этого солонца является участие трех редких видов подорожника (Корнута, наибольшего, солончакового).

Первая формация с доминированием подорожника солончакового представлена одной ***селитрянополынно-солончаковоподорожникая*** ассоциацией (6,0%).

Вторая формация с доминированием подорожника наибольшего (6,0%) объединяет пять ассоциаций (***наибольшеподорожниковая***, ***типчаково-наибольшеподорожниковая***, ***расставленобескильницево-наибольшеподорожниковая***, ***наземновейниково-наибольшеподорожниковая***, ***сизаролистнопоручейниково-наибольшеподорожниковая***,), которые фрагментарно встречаются по всему солонцу и дают небольшую площадь (по 1,2%).

Третья формация с доминированием подорожника Корнута включают три ассоциации: ***селитрянополынно-безостокострецово-корнутоподорожниковая*** (1,2%)***, селитрянополынно-безостокострецово-корнутоподорожниковая*** (1,2%)***, наземновейниково-корнутоподорожниковая*** (2,4%). Из этих ассоциаций только последняя ассоциация встречается несколько чаще других.

Четвертая формация с доминированием крестовника киргизского также включают три ассоциации: ***узколистномятликово-киргизскокрестовниковая*** (2,4%)***, восточноовсяницево-***

киргизскокрестовниковая (1,2%)***, ползучепырейно-киргизскокрестовниковая*** (1,2%). Из этих ассоциаций только первая ассоциация встречается несколько чаще других.

Негалофитная растительность на этом солонце плохо представлена (8,4%) и состоит из луговой (4,8%) и степной (3,6%) растительности.

Степная растительность представлена многолетнеразнотавными луговыми степями из одной формации с доминированием полыни понтийской. Она включает три ассоциации (***типчаково-понтийскополынная, узколистномятликово-понтийскополынная, безостокострецово-понтийскополынная***), занимающие только по 1,2%.

Луговая растительность представлена в одинаковой степени остепненными и настоящими лугами (по 2,4%). Остепненные луга включают одну ассоциацию многолетнеразнотавных луговых степей из формации с доминированием земляники зеленой – ***ползучепырейно-зеленоземляничная*** (2,4%). Настоящие луга состоят из корневищнозлаковых и многолетнеразнотавных групп формаций (по 1,2%). К первым относится одна ***селитряно полынно-ползучепырейная*** ассоциация, а ко вторым – ***наземновейниково-зонтичноястребиновая.***

На памятнике природы «**Кайсаровский солонец**» галофитная растительность имеет несколько меньшее значение (80,6%) и представлена преимущественно галофитными степями (50,6%) и в меньшей степени – галофитными лугами (30,0%).

Среди галофитных степей заметно преобладают полукустарничковая группа формаций (39,8%) над многолетнеразнотравной (10,8%).

Полукустарничковые галофитные степи включают две формации с доминированием чаще полыни селитряной (30,2%) и реже полыни сантонинной (9,6%).

К первой формации с доминированием полыни селитряной относится 7 ассоциаций, из которых по площади особенно выделяются ***ползучепырейно-селитрянополынная*** (8,6%), развивающаяся на сильно засоленных и средних по увлажнению почвах. Кроме того, распространению этой ассоциации способствует значительное антропогенное воздействие на растительность солонца. За нею следуют еще три ассоциации: ***узколистномятликово-селитрянополынная*** (6,0%)***, типчаково-селитрянополынная*** (4,8%), ***расставленобескильницево-селитрянополынная*** (4,8%), которые имеют заметную выраженность на солонце. Сообщества этих ассоциаций развиваются на сильно засоленных почвах, но различающихся по степени увлажнения: первая ассоциация отмечается в средних условиях влажности почв, вторая предпочитает более сухие местообитания, а третья – более влажные. Остальные три ассоциации встречаются значительно реже: ***селитрянополынная*** и ***восточноовсяницево-селитрянополынная*** (по 2,4%), а последняя (***тончайшебескильницево-селитрянополынная***) вообще встречается очень редко и приурочена к засоленным и влажным почвам (1,2).

Ко второй формации с доминированием полыни сантонинной относится только три ассоциации, наибольшее распространение имеет ***ползучепырейно-селитрянополынно-сантониннополынная*** (6,0%), что также связано со значительным антропогенным влиянием на солонец. Две другие ассоциации встречаются значительно реже: ***селитрянополынно-сантониннополынная*** (2,4%) и ***узколистномятликово-селитрянополынно-сантониннополынная*** (1,2%). Важно также отметить, что ассоциации этой формации отражают определенный этап демутации солонцов (например, формации с доминированием полыни сантонинной полностью отсутствует на более продвинутом в сукцессионном отношении «Жмакинском солонце»).

Многолетнеразнотравные галофитных степи, хотя и меньше представлены на этом солонце, но включают все три формации с доминированием кермека опушенного (7,2%), солонечника льнолистного (2,4%) и крестовника эруколистного (1,2%). Развиваются на сильно засоленных почвах с разной степенью влажности почв.

Первая формация с доминированием кермека опушенного включает две ассоциации, из которых одна (***узколистномятликово-опушеннокермековая)*** имеет широкое распространение (6,0%), а другая (***ползучепырейно-опушеннокермековая)*** – редкое (1,2%).

Вторая формация с доминированием солонечника льнолистного тоже состоит из двух ассоциаций (***узколистномятликово-льновидносолонечниковая***, ***ползучепырейно-льновидносолонечниковая***), которые встречаются фрагментарно (по 1,2%).

Третья формация с доминированием крестовника эруколистного представлена одной ассоциацией – ***узколистномятликово-эруколистнокрестовниковой*** (1,2%).

Галофитные луга довольно разнообразны и состоят из дерновиннозлаковых (3,6%), корневищнозлаковых (4,8%) и многолетнеразнотравных (19,2%), длиннокорневищноосоковых (1,2%) и клубнекорневищноосоковых (1,2%) групп формаций.

Не описаны однолетнеразнотравные галофитные луга на этом солонце, так как они уже исчезли.

Дерновиннозлаковых галофитные луга представлены только одной формацией с доминированием бескильницы расставленной (формация с доминированием бескильницы тончайшей здесь пока не отмечена. Включают одну ***расставленобескильницевую*** ассоциацию (3,6%), которая развивается на засоленных и сильно влажных почвах.

Корневищнозлаковые галофитные луга также включают одну ***восточноовсяницевую*** ассоциацию (4,8%), которая отмечена только на этом солонце (на «Жмакинском солонце» пока отсутствует) и формируется на засоленных и влажных почвах.

Многолетнеразнотравные галофитные луга представлены тремя формациями с доминированием морковника обыкновенного (10,8%), одуванчика бессарабского (3,6%) и ириса безлистного (4,8%). На этом солонце полностью отсутствуют три формации с доминированием трех видов подорожника (Корнута, наибольшего, солончакового). Надо отметить, что только формации с доминированием морковника обыкновенного, одуванчика бессарабского и ириса безлистного отмечаются только на нашем солонце.

Первая формация с доминированием морковника обыкновенного включает 4 ассоциации, из которых только одна (***ползучепырейно-обыкновенноморквниковая***) занимает несколько большую площадь по сравнению с остальными (3,6%), а остальные три (***узколистномятликово-обыкновенноморквниковая, восточноовсяницево-обыкновенноморквниковая, раннеосоково-обыкновенноморквниковая***) распространены несколько меньше (по 2,4%). Формируются на засоленных и влажных почвах. Все они располагаются по тренду влажности почв, а последняя ассоциация развивается в условиях наибольшей влажности.

Вторая формация с доминированием ириса безлистного представлена только на этом солонце и включает две ассоциации: ***безостокострецово-солончаковокасатиковая*** (1,2%) и ***раннеосоково-солончаковокасатиковая*** (3,6%), из которых только последняя развивается в более влажных условиях и представлена несколько больше по сравнению с остальной.

Третья формация с доминированием одуванчика бессарабского представлена двумя ассоциациями: ***расставленобескильницево-бессарабоодуванчиковая*** (2,4%), ***селитрянополынно-сантониннополынная-бессарабоодуванчиковая*** (1,2%).

Негалофитная растительность составляет 19,4 % от всей площади солонца и довольно разнообразна, так как включает больше степную растительность (12,2%) и меньше – луговую (7,2%).

Степную растительность полностью образована многолетнеразнотравными луговыми степями из формации с доминированием полыни понтийской. Они включают три ассоциации, из которых только одна (***узколистномятликово-понтийскополынная***) имеет большее распространение (8,6%) по сравнению с другими. Сообщества этой формации развиваются на участках с меньшим засолением и средними условиями увлажнения. Далее следует ***раннеосоково-понтийскополынная*** ассоциация (2,4%), которая приурочена к более влажным и слабозасоленным местообитаниям. Последняя ассоциация ***ползучепырейно-понтийскополынная*** очень редко встречается (1,2%) и формируется на слабо засоленных и менее увлажненных почвах. Кроме того, развитие этой ассоциации может иметь антропогенный характер.

Луговая растительность образована преимущественно остепненными лугами (4,8%) по сравнению с настоящими (2,4%).

Остепненные луга представлены только корневищнозлаковой группой формаций из двух формаций с доминированием костреца безостого и осоки ранней (по 2,4%).

Первая формация включает одну ***солончаковокасатиково-безостокострецовую*** ассоциацию на слабозасоленных средних по увлажнению почвах.

Вторая формация с доминированием осоки ранней включает две ассоциации: ***понтийскополынно-раннеосоковая*** и ***солончаковокасатиково-раннеосоковая*** (по 1,2%).

Настоящие луга представлены только одной корневищнозлаковой группой формаций из одной формации с доминированием пырея ползучего. Они включают две ассоциации: ***понтийскополынно-ползучепырейная*** и ***селитрянополынно-ползучепырейная*** (по 1,2%). Сообщества этих ассоциаций развиваются в условиях слабо засоленных почв, среднего увлажнения и очень часто некоторого антропогенного вмешательства.

Таким образом, изученная галофитная растительность позволяет проследить восстановление растительности в разных экологических условиях.

Галофитные степи формируются на сухих и засоленных почвах.

Этапы демутации галофитных степей:

1. Однолетнеразнотравные галофитные степи (не описаны).

2. Многолетнеразнотравные галофитные степи *(Galatella linosyris, Limonium tomentellum, Jacobaea erucifolia).*

3. Полукустарничковые галофитные степи *(Artemisia nitrosa, Artemisia santonica).*

Галофитные луга формируются на влажных и засоленных почвах:

Этапы демутации галофитных лугов:

1. Однолетнеразнотравные галофитные луга *(Tripolium pannonicum).*

2. Длиннокорневищноосоковые галофитные луга *(Carex diluta).*

3. Клубнекорневищноосоковые галофитные луга (*Bolboschoenus planiculmis*).

4. Многолетнеразнотравные галофитные луга *(Silaum silaus, Taraxacum bessarabicum, Plantago salsa, Plantago cornuti, Plantago maxima, acobaea kirghisica, Iris halophila).*

5. Корневищнозлаковые галофитные луга *(Festuca regeliana).*

6. Дерновиннозлаковые галофитные луга *(Puccinellia distans, Puccinellia tenuissima).*

На «Жмакинском солонце» отсутствуют начальные этапы восстановления галофитных степей, так как они были вытеснены следующими этапами. Эти этапы можно наблюдать при нарушении растительного покрова как антропогенного (выпас скота, сенокос, распашка полей), так и естественного (эрозия склонов) характера.

На «Жмакинском солонце» при восстановлении галофитных лугов отсутствует этап корневищнозлаковых галофитных лугов, но выделяются еще два этапа: корневищнозлаковых и клубнекорневищноосоковые галофитных лугов. Последний этап встречается в Пензенской области довольно редко.

На «Кайсаровском солонце» при восстановлении галофитных степей не описана только начальные этапы этого процесса. Этап многолетнеразнотравных галофитных степей весьма многообразен. В итоговом этапе полукустарничковых галофитных степей присутствуют оба вида полыней: селитряная и сантонинная, причем первая приходит на смену второй (полынь селитряная более ксерофильна по сравнению с полынью сантонинной).

На «Кайсаровском солонце» при восстановлении галофитных лугов отсутствует этап корневищнозлаковых галофитных лугов, но выделяются еще два этапа; корневищнозлаковых и клубнекорневищноосоковые галофитных лугов.

Выводы. Флора двух урочища(«Жмакинский солонец», «Кайсаровский солонец») включает 18 редких видов сосудистых растений, из которых 1 вид внесен Красную книгу Российской Федерации (2008) [22] и 18 видов – в Красную книгу Пензенской области (2013) [23], а также 1 вид рекомендуется для внесения в третье региональное издание.

1. Галофитная растительность этих участков составляет 85,6%, причем галофитные степи (53,2%) преобладают над галофитными лугами (32,4%).

2. Галофитные степи преимущественно представлены полукустарничковыми (34,0%) и в меньшей степени – многолетнеразнотравными (19,2%).

3. Галофитные луга очень разнообразны и из них преобладают многолетнеразнотравные (20,4%), в большей степени участвуют: однолетнеразнотравные (4,8%), дерновиннозлаковые (3,6%), корневищнозлаковые (2,4%), а в меньшей степени – клубнекорневищноосоковые и длиннокорневищноосоковые (по 0,6%).

4. Негалофитная растительность (14,4%) представлена степями (7,8%) и лугами (6,6%). Степная растительность состоит исключительно из луговых степей, а луговая – из остепненных (4,2%) и настоящих (2,4%) лугов.

5. Выделили основные этапы демутации галофитной растительности: галофитные степи формируются на сухих и засоленных почвах: однолетнеразнотравные (не описаны), многолетнеразнотравные *(Galatella linosyris, Limonium tomentellum, Jacobaea erucifolia),* полукустарничковые *(Artemisia nitrosa, Artemisia santonica);* галофитные луга формируются на влажных и засоленных почвах: однолетнеразнотравные *(Tripolium pannonicum),* длиннокорневищноосоковые *planiculmis*), многолетнеразнотравные *(Silaum silaus, Taraxacum bessarabicum, Plantago salsa, Plantago cornuti, Plantago maxima, acobaea kirghisica, Iris halophila),* корневищнозлаковые *(Festuca regeliana),* дерновиннозлаковые *(Puccinellia distans, Puccinellia tenuissima).*

6. Из двух изученных урочищ одно («Кайсаровский солонец») уже охраняется в качестве памятника природы, а другое – пока нет. Засоленный участок, который находится в 5 км юго-восточнее с. Жмакино Колышлейского района Пензенской области, отличается очень редкой флорой и растительностью и нуждается в создании памятника природы регионального значения под названием «Жмакинский солонец».

Список литературы

1. Литвинов Д.И. Отчет действительного члена Общества // Годичный отчет Императорского Московского общества испытателей природы за 1893-1894 гг. М., 1894. С. 10.

2. Келлер Б.А. Из области черноземно-ковыльных степей // Ботанико-географические исследования в Сердобском уезде Саратовской губернии. Казань: Типо-литография. Имп. Казан. ун-та, 1903. 130 с.

3. Келлер Б.А. Растительность засолённых почв СССР // Избранные сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 1951. С. 177-211.

4. Спрыгин И.И. Из области Пензенской лесостепи. Ч. 3. Степи песчаные, каменисто-песчаные, солонцеватые на южных и меловых склонах. Пенза: Изд-во Гос. ком. по охране окружающей среды Пензенской области, 1998. С. 9-25.

5. Вяль Ю.А., Новикова Л.А., Карпова Г.А., Лойко С.В. Особенности генезиса гипсоносных луговых почв в условиях Пензенской области // Нива Поволжья. 2013. Вып. 2 (27) С. 21-27.

6. Новикова Л.А., Разживина Т.Б. Галофильный компонент флоры Пензенской области в региональной Красной книге // Раритеты флоры Волжского бассейна: тез. Рос. науч. конф. (г. Тольятти, 12-15 октября 2009 г.). Тольятти: ИЭВБ РАН, 2009. С. 153-162.

7. Новикова Л.А., Кулагина Е.Ю., Миронова А.А., Панькина Д.В. Ценный ботанический объект в Пензенской области («Мансуровскский солонец») // Известия высших учебных заведений: Поволжский регион. Сер. Естественные науки. 2016. Вып. 2. С. 19-29.

8. Новикова Л.А., Миронова А.А., Васюков В.М. Характеристика флоры и растительности «Келлеровского солонца» (Пензенская область) // Нива Поволжья. 2017. Вып. 4 (45). С. 109-114.

9. Новикова Л.А., Васюков В.М., Горбушина Т.В. Изученность галофитной растительности в Пензенской области // Самарский научный вестник. 2019 а. Т. 8. № 1 (26). С. 75-82. DOI 10.24411/2309-4370-2019-11112

10. Новикова Л.А., Васюков В.М., Миронова А.А. Восстановление галофитной растительности на юго-востоке Пензенской области // Нива Поволжья, 2019 б. Вып. 1 (50). С. 51-56. DOI 10.15217/ISSN 1998-6092

11. Новикова Л.А. Коряжкина К.В., Полумордвинов О.А. Биологическое разнообразие «Карноварского солонца» (Неверкинский район, Пензенская область) // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Сер. Естественные науки. 2020. Вып. 3 (31) С. 27-41. DOI: 10.21685/2307-9150-2020-3-3

12. Чистякова, А.А., Дюкова Г.Р. Структура почвенно-растительного покрова засолённых степных блюдец лесостепи // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. 2010. № 17 (21). С. 32-38.

13. Лысенко Т.М. Растительность засоленных почв Поволжья в пределах лесостепной и степной зон. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 329 с.

14. Юрицына Н.А. Растительность засоленных почв Юго-Востока Европы и сопредельных территорий / под ред. д.б.н., проф. С.В. Саксонова. Тольятти: Кассандра, 2014. 164 с.

15. Лысенко Т.М. Новые данные о галофитной растительности Пензенской области // Разнообразие растительного мира. 2020. № 3(6). С. 28-36. DOI: 10.22281/2686-9713-2020-3-28-36.

16. Горяев И.А. Закономерности распространения галофитной растительности на Прикаспийской низменности // Ботанический журнал. 2019. Т. 104, № 7. С. 60-77.

17. Горяев И.А., Кораблёв А.П. Галофитная растительность на западе Прикаспийской низменности // Сибирский экологический журнал. 2020. Т. 27, № 5. С. 623-631.

18. Васюков В.М., Новикова Л.А., Горбушина Т.В. О флоре засоленных местообитаний Колышлейского района Пензенской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии: всерос. научн. конф. «Актуальные проблемы особо охраняемых природных территорий» (г. Тольятти, 17-18 сентября 2020 г). 2020. Т. 29. № 3. С. 120-125. DOI 10.24411/2073-1035-2020-10339

19. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 223 с.

20. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

21. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

22. Красная книга Российской Федерации: Растения и грибы / сост.: Р.В. Камелин и др.; под ред. Ю.П. Трутнев и др. М.: Товарищество науч. изданий КМК, 2008. 591 с.

23. Красная книга Пензенской области Ч. 1. Грибы, лишайники, мхи, сосудистые растения. 2-е изд. / Сост.: А.И. Иванов, Л.А. Новикова, А.А. Чистякова и др.; под ред. А.И. Иванова Пенза: ИПК Пензенская правда, 2013. 300 с.

УДК 574.4+581.9, 502.75
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-946-952

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ГЕОГРАФИИ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ЛЕСОСТЕПИ ГОРНЫХ БИОМОВ РОССИИ

ECOLOGICAL- GEOGRAPHICAL APPROACH TO STUDYING THE GEOGRAPHY OF EXPOSITIONAL FOREST-STEPPE OF MOUNTAIN BIOMES OF RUSSIA

Огуреева Г.Н.
Ogureeva G.N.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, кафедра биогеографии, Москва, Россия
Lomonosov Moscow State University, Department of Biogeography, Moscow, Russia

E-mail: ogur02@yandex.ru

Аннотация. Эколого-географический подход к изучению географии горной лесостепи базируется на основе теории геосистем, географии биоразнообразия и концепции биомной организации биосферы. Экспозиционная лесостепь, представляя самобытную особенность горной растительности, образуют самостоятельный высотный пояс, занимающий определенное место в структуре высотно-поясных спектров горных биомов. Горные лесостепи распространены в умеренно континентальных и континентальных районах Евразии, где биоклиматический режим склонов северной экспозиции резко контрастирует с южными склонами, что определяет формирование двух взаимосвязанных контрастных типов растительности в одном поясе. Для склонов южных экспозиций характерно развитие степных сообществ, связанных между собой в эрозионные эколого-генетические ряды в пределах конкретных фитокатен. На склонах теневых экспозиций развиваются сообщества лесных формаций. Пояс горной лесостепи формируется в широком диапазоне высот от 300-1700 до 2000 м над ур. м. Он существует в определенных климатических параметрах, которые изменяются с запада на восток в связи с увеличением степени континентальности климата и с севера на юг по мере возрастания приходящей на единицу площади солнечной энергии. Приведены сведения о географических типах горной экспозиционной лесостепи десяти оробиомов страны, которые дают сравнительную информацию о видовом и экосистемном их биоразнообразии.

Ключевые слова: экосистема, горный биом, горная экспозиционная лесостепь, география биоразнообразия, климатипы.

Abstract. The ecological and geographical approach to the study of the geography of the mountain forest-steppe is based on the theory of geosystems, the geography of biodiversity and the concept of biomic organization of the biosphere. The expositional forest-steppe, representing an original feature of mountain vegetation, forms an independent high-altitude belt that occupies a certain place in the structure of the high-altitude-belt spectra of mountain biomes. Mountain forest-steppes are common in temperate continental and continental regions of Eurasia, where the bioclimatic regime of the slopes of the northern exposure sharply contrasts with the southern slopes, which determines the formation of two interrelated contrasting types of vegetation in one belt. The slopes of the southern exposures are characterized by the development of steppe communities interconnected in erosive ecological and genetic series within specific phytocathens. Forest communities are developing on the slopes of shadow exposures. The belt of mountain forest-steppe is formed in a wide range of heights from 300-1700 to 2000 m above sea level. It exists in certain climatic parameters that change from west to east due to an increase in the degree of continentality of the climate and from north to south as the incoming solar energy per unit area increases. Information is provided on the geographical types of the mountain expositional forest-steppe of ten orobiomes of the country, which provide comparative information on their species and ecosystem biodiversity.

Key words: ecosystem, mountain biome, mountain expositional forest-steppe, geography of biodiversity, climatypes.

Введение. Лесостепь в историческом плане рассматривалась как динамично развивающийся зональный бореальный экотон леса и степи в процессе постоянного изменения природных условий и значительного антропогенного воздействия [1, 2]. И.А. Банникова [3] придала высокий географический статус лесостепи как крупному естественному образованию двойственной природы со свойственной только ей историей формирования и развития. В горах лесостепи, представляя самобытную особенность горной растительности, образуют самостоятельный высотный пояс, занимающий определенное место в структуре высотно-поясных спектров. Горные лесостепи распространены в умеренно континентальных и континентальных районах Евразии, где резко выраженная экспозиционная ассиметрия склонов ведет к образованию в одном поясе двух

взаимосвязанных контрастных типов растительности. Эколого-географический подход к изучению географии горной лесостепи базируется на основе теории геосистем В.Б. Сочавы [4], географии биоразнообразия [5] и концепции биомной организации биосферы [6, 7].

Геосистемный подход предполагает в качестве объекта исследования геосистему, которую В.Б. Сочава [4, с. 292] определяет как «земное пространство всех размерностей, где отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом и как определенная целостность взаимодействуют с космической сферой и человеческим обществом». Согласно этой концепции любая геосистема обладает важным свойством – наличием инварианта**,** который позволяет рассматривать ее как единое целое и отражает единство двух групп процессов, в ней происходящих. Горные лесостепные сочетания представляют собой сложные комбинации контрастных по экологии растительных сообществ соседних высотных уровней. При этом вся комбинация выступает как целая экосистема, как единый элемент биотического покрова одного высотного уровня и определяется тесным взаимодействием компонентов между собой и с окружающими природными условиями. Лесостепные комбинации как закономерные сочетания лесных и степных фитоценозов в пределах одной высотной ступени на склонах разных экспозиций, связанных с формами мезорельефа и отличающихся по режиму инсоляции и увлажнения, рассматриваются в ряду таксономических единиц фитоценохор в географо-генетической классификации растительности [8].

Эколого-географический подход обеспечивает привязку хорологических единиц к территориальным подразделениям среды. Географические факторы в значительной степени определяют структуру и пространственное размещение экосистем и их компонентов, в т. ч. растительных сообществ, которые находятся в теснейшей зависимости от параметров абиотической среды. Структурно-функциональные особенности экосистем определяются в первую очередь экологическими условиями экотопов, в то время как состав биоты зависит в значительной степени от хода исторических процессов в развитии флоры и фауны совместно с природными комплексами территории.

В биогеографии выявлению биохорологического разнообразия отвечает биомная концепция, где биом принимается как базовая единица организации биотического покрова в единой системе понятий, опираясь на общие представления о размерности экосистем глобального, регионального и топологического уровней. В работе принята классификация наземных экосистем [6], которая дает возможность выявить разнообразие экоситем, их соподчиненность, взаиморасположение и анализировать взаимосвязи между ними сопряженно с абиотическими условиями среды. На основе классификации наземных экосистем для территории России разработана система естественных биогеографических единиц (зонобиом – региональный биом – экосистема), составляющих интегральное единство биоты (флоры и фауны), сохраняющей единый характер взаимосвязей биотического и абиотического компонентов экосистем. Региональные биомы (оробиомы) и их географические варианты, связанные с ландшафтной структурой горной территории, отражают пространственную дифференциацию соответствующих экосистем в определенном ботанико-географическом пространстве. Региональные биомы состоят из большого числа разных по размеру экосистем, в составе которых принимают участие флористические и фаунистические комплексы видов, формирование которых шло в течение длительного исторического времени. При этом растительный покров рассматривается как базовый компонент экосистем, а его взаимосвязи с биоклиматической обстановкой во многом определяют функционирование всей экосистемы в целом. Региональные биомы нашли отображение на карте «Биомы России», М. 1:7500000 [9]. Легенда включает 35 равнинных биомов и 31 оробиом (в горах). В структуре высотно-поясных спектров в 10 оробиомах выражен пояс горной лесостепи.

Горная лесостепь и ее условия. В основу выделения региональных горных биомов (оробиомов) положены высотно-поясные спектры или типы поясности. [10]. Для каждого биологического пояса (чаще пояса растительности) характерна своя высотно-поясная комбинация экосистем, а сам пояс в ряду высотной дифференциации растительного покрова отражает региональные особенностей биоты. Горные лесостепи как единые целостные комбинации двух контрастных по экологии компонетов – леса и степи занимают свое определенное место в структуре высотно-поясных спектров, т.к. отличаются разнообразием природных сред, богатством биоты, происхождением и протеканием жизни в условиях, обеспечивающих наилучшую сохранность и взаимодействие между этими составляющими. Лесостепной пояс существует в определенных климатических параметрах, которые изменяются с запада на восток в связи с увеличением степени континентальности климата и с севера на юг по мере возрастания приходящей на единицу площади солнечной энергии.

Горная лесостепь занимает в Евразии широтном полосу от лесостепи Крыма и Кавказа на западе до Северо-Восточнокитайских (Маньчжурских) гор на востоке. Естественно, что при такой большой ее широтной протяженности наблюдаются значительные изменения, как в составе, так и в структуре лесостепных комбинаций. Это во многом связано с изменениями степени континентальности климата, выражающимися преимущественно в колебаниях количества осадков и тепла по сезонам года, а также и по отдельным годам в целом. Выделяются три основных ботанико-географических сектора внетропической Евразии: Восточноевропейско–Западносибирский умеренно континентальный и континентальный, Восточносибирский континентальный и гиперконтинентальный и умеренно континентальный в пределах Маньчжурской природной области [11, 12], которые определили существенные различия горной лесостепи. Большое значение, как в отношении экологических условий, так и растительного покрова лесостепи, имеет граница, отделяющая гиперконтинентальный меридиональный сектор, которая проходит вдоль долины р. Енисея, пересекает Кузнецкий Алатау и Алтай, отделяя их западные ботанико-географические районы от более ксерофитных восточных. Большое ботанико-географическое значение этой границы для понимания различных путей формирования и времени становления основных флороценотических комплексов формаций, слагающих растительность этих имеющих сложную палеографическую историю территорий, подчеркивал Е.М. Лавренко [11]. Восточная граница гиперконтинентальной сектора проходит восточнее бассейна р. Колымы, южнее вдоль западной окраины Большого Хингана до восточной границы Тибета. Биотическое и ценотическое разнообразие растительности высотных поясов обеспечиваются биоклиматическими параметрами, определяющими гидротермические ареалы распространения горных формаций и их состава. Биоклиматическая характеристика лесостепного пояса биомов приводится по данным расчета глобальной климатической модели Chelsa (период 1979-2013 гг.), проведенного М.В. Бочарниковым [13] для высотных поясов горных биомов.

Анализ биоклиматических условий лесостепных комбинаций показывает, что в целом, лесостепной пояс развивается в горах западного сектора при амплитуде средних годовых положительных температур и высоких значений суммы активных температур более 10°С: Кавказ (10-12°С / 3000-3500°) при среднем количестве осадков 600-750 мм / год); Урал, Кузнецкий Алатау, западные районы Алтая, Восточного и Западного Саяна (1,4-3,0°С / 1800-2100° и 500-700 мм). В центральном континентальном секторе эти биоклиматические показатели снижаются и лесостепные комбинации развиваются при отрицательных средне годовых температурах: Восточный Саян, горы Забайкалья, Восточной Сибири (от –0,3°С в Саянах до –3,0°С в Южном Забайкалье / 1100-1700°, при 300-450 мм/год); в гиперконтинентальных горах Северо-Востока средние годовые температуры падают до –10 - –12°С, суммы активных температур – до 800-1000°, при годовой сумме осадков в 250 мм. Горные лесостепи Маньчжурии и собственно Китая находятся уже в области воздействия тихоокеанского муссона. Положительные средние годовые температуры достигают 4-5°С, сумма активных температур повышается до 2500-2700°, а годовое количество осадков составляет 650-735 мм. При этом известно, что роль экспозиции склонов резко возрастает с увеличением степени континентальности климата. Биоклиматический режим склонов северной экспозиции резко контрастирует с южными склонами, что определяет формирование разных фитокатен, образующих лесостепные сочетания.

Пояс горной лесостепи формируется в широком диапазоне высот от 300-1700 до 2000 м над ур. м. Экспозиционные сочетания создают неповторимый рисунок горной лесостепи в пределах определенного высотного уровня, где экспозиционные различия являются определяющими для распределения лесного и степного компонентов экосистем. Лесостепные мезокомбинации обладают рядом индивидуальных черт в зависимости от положения самого высотно-поясного спектра в пределах горной страны, ориентации горных хребтов по отношению к влагонесущим воздушным массам и распределения склонов по экспозициям. При формировании фитоценохор возрастает сложность экосистем и их видовое богатство от ценофлор отдельных сообществ комбинации до пула флоры пояса и оробиома в целом. Экспозиционные лесостепные сочетания носят региональный характер и представляют определенное звено в структуре высотно-поясных спектров оробиомов.

В структуре лесостепного пояса, в отличие от соседних поясов, выделяются два климатипа климаксовых сообществ и сопутствующих им эдафических или экологических вариантов экосистем. Ботаническая характеристика лесостепи исходит из пространственного разнообразия растительного покрова по соотношению площадей, занимаемых основными компонентами экосистем. Для склонов южных экспозиций характерно развитие степных сообществ, связанных между собой в эрозионные

эколого-генетические ряды в пределах конкретных фитокатен от петрофитных серий в верхних частях склонов – степных сообществ (климатипы степей) в транзитных частях склонов – до сообществ аккумулятивных частей склонов, представленных часто зарослями кустарников или лугов. Конкретное содержание фитокатен южных склонов связано со степенью интенсивности проявления процессов эрозии и денудации. На склонах теневых экспозиций развиваются сообщества лесных формаций. Находясь в непосредственном контакте со степями леса претерпевают существенные изменения и представлены, как правило, остепненными типами, не встречающимися за пределами лесостепного пояса, что выражается, прежде всего, в осветлении древесного полога, участия в нем берез, степных кустарников в составе подлеска, остепнении травяного покрова. Помимо основных компонентов леса и степи лесостепные комбинации усложняются растительностью логов, подгорных шлейфов, занятых степными кустарниками и остепненными лугами. Число компонентов и занимаемые ими площади существенно меняются в зависимости от расчлененности склонов и их высотного положения. Лесостепные сочетания являются много компонентными структурами внутрипоясной дифференциации растительного покрова. Поясу лесостепи характерны, как и другим высотным поясам, изменения внутри горной системы в связи с повышением высот и изменением тепло- и влагообеспеченности горных склонов, что отражается в географических вариантах оробиома. Экспозиционные сочетания лесных и степных сообществ исторически сложившихся комплексов формаций занимают разные высотные ступени в горных биомах и в некоторых из них представлены вариантами лесостепных комбинаций.

Экспозиционные лесостепи развиты в 10 оробиомах Кавказа, Урала и Сибири. Основные географические типы экспозиционных лесостепных сочетаний оробиомов приведены в *таблице 1*. В качестве примера положение лесостепного пояса в составе высотно-поясных спектров оробиомов показано на *рисунке 1*.

Таблица 1

Географические типы экспозиционной лесостепи оробиомов России

№	Название оробиома (количество видов сосудистых растений биома)	
	Лесостепные комбинации оробиомов	Высотные пределы пояса (м над ур. м.); площадь лесостепи биома в %
57	**Северо-Западнокавказский хвойных и-широколиственных лесов** (2000 видов)	
	Сохранившиеся изолированные участки дубово-грабовых лесов (*Quercus robur, Carpinus betulus*) с участием клена (*Acer campestre*), груши и яблони *(Pyrus caucasica*, *Malus orientalis*) и кустарниковых сообществ, предгорных дерновиннозлаковых (*Stipa lessingiana, S. capillata, Andropogon ischaemum, Koeleria cristata, Melica transsilvanica*) с ксерофитным разнотравьем (*Teucrium polium, Achillea micrantha, Linosyris villosa*) степей и остепненных лугов.	Лесостепной пояс (300-600 м). Площадь лесостепи **12%**
58	**Эльбрусский широколиственных и сосновых лесов** (2300 видов)	
	Изолированные участки дубово-грабовых, дубово-ясеневых (*Quercus robur, Carpinus caucasica, Fraxinus excelsior, Ulmus minor, Acer campestre*) лесов и злаково-разнотравных (*Stipa tirsa, S. pulcherrima. Koeleria gracilis, Poa angustifolia, Filipendula vulgaris, Salvia verticillata, Paeonia tenuifolia, Adonis vernalis*) степей с лугами и кустарниками (*Pyrus caucasica, Malus orientalis, Prunus divaricata, Crataegus monogyna, Mespilus germanica*); сочетание горных степей и нагорно–ксерофитных сообществ в горных котловинах.	Лесостепной пояс (500-800 м, до 1200 м) Площадь лесостепи **24,3%**
59	**Дагестанский широколиственных лесов и нагорно-ксерофитной растительности** (3100 видов)	
	Ксерофитные дубовые (*Quercus petraea, Q. pubescens,* с участием *Fraxinus excelsior, Acer campestre, Carpinus orientalis*) леса и разнотравно-ковыльные (*Stipa capillata, S. pulcherrima*, *Filipendula vulgaris*) степи; ксерофитный вариант горной лесостепи с сочетанием нагорно-ксерофитных сообществ и бородачевых (*Botriochloa ischaemum*), полынно-бородачевых степей; сосново-березовые леса и борадочовые степи с сообществами формации шалфея (*Salvia canescens, Teucrium polium, Koeleria cristata, Stipa daghestanica, Elytrigia gracillima*).	Лесостепной пояс (300-1000 м; 1200-1400 м) Площадь лесостепи **29,8%**
62	**Южноуральский биом широколиственных лесов и лесостепи** (1250 видов)	
62а	Дубовые (*Quercus robur*), липовые (*Tilia cordata*) леса; остепненные сосновые боры с подлеском из степных кустарников и разнотравно-типчаково-ковыльные степи (*Stipa capillata, S. zalesskii, Festuca sulcata, Carex supina, Poa angustifolia, Filipendula vulgaris*); до 300-400 м луговые ковыльно-разнотравные, кустарниковые (*Caragana frutex*), злаково-разнотравные, реже овсецово-ковыльно-полынные степи.	Лесостепной пояс западной части биома (150-600 м) Площадь лесостепи **15,2%**

№	Название оробиома (количество видов сосудистых растений биома)	
	Лесостепные комбинации оробиомов	Высотные пределы пояса (м над ур. м.); площадь лесостепи биома в %
62б	Сосновые, лиственнично-сосновые, (*Pinus sylvestris, Larix sibirica*) остепненные леса в сочетании с разнотравно-дерновиннозлаковыми (*Helictotrichon desertorum*, *Stipa zalesskii*) степями и остепненными лугами.	Лесостепной пояс восточной части биома (200-600 м до 1000 м)
47	**Алтае-Саянский южносибирский таежно-лесостепной биом** (2500 видов)	
47.2	Березовая, лиственничная (*Betula pendula, B. pubescens Larix sibirica*) лесостепь с комплексом западносибирских луговых степей, остепненных лугов и кустарников (*Caragana arborescens, Lonicera tatarica, Spiraea hypericifolia*).	Североалтайский вариант Лесостепной пояс северной части биома (400-1000 м). Площадь лесостепи **19,3-23,9%**
47.4	Лиственничная (*Larix sibirica*) лесостепь с комплексом южносибирских разнотравно-типчаково-ковыльных степей и петрофитных серий.	Центральноалтайский вариант. Лесостепной пояс. Площадь лесостепи **17,6%**
48	**Восточносаянско-Прибайкальский таежно-лесостепной биом** (2100 видов)	
	Лиственничные (*Larix sibirica*), березовые, сосновые леса с подлеском (*Rosa acicularis, Cotoneaster melanocarpus. Spiraea hypericifolia, S. media*) остепненные (*Carex pediformis, Dianthus versicolor, Veronica incana, Lupinaster pentaphyllum, Artemisia tanacetifolia, Aconitum barbatum, Campanula turczaninovii*) в сочетании с сообществами разнотравно (*Iris ruthenica, Pulsatilla ambigua*)-дерновиннозлаковых (*Festuca lenensis, F. altaica*, *Poa attenuata, Stipa krylovii, S. capillata*), осоковых (*Carex pediformis*) и луговых (*Calamagrostis epigeios, Poa angustifolia, Phleum phleoides* степей южносибирского комплекса формаций.	Лесостепной пояс (400-700 до 900-1200 м). Площадь лесостепи **4,0%**
49	**Тувино-Южнозабайкальский таежно-лесостепной биом** (2300 видов)	
49	Экспозиционные сочетания лиственничных (*Larix sibirica*). сосновых (*Pinus sylvestris*) лесов, южносибирских луговых и разнотравно-дерновиннозлаковых степей с комплексом видов дауро-монгольских степей и остепненных лугов	Лесостепной (500-900 до 1400 м). Площадь лесостепи **35, 2%**
49.1	Лиственничные карагановые (*Caragana arborescens, Spiraea chamaedryfolia*) бруснично-разнотравные и парковые леса, луговые (*Phleum phleoides, Helictotrichon altaicum, Carex pediformis, Bupleurum multinerve, Peucedanum vaginatum*) и разнотравно-дерновиннозлаковые (*Koeleria cristata, Festuca valesiaca*, *Stipa krylovii*) степи и остепненные луга	Тувинский вариант Лиственничная лесостепь (900-1400 м). Площадь лесостепи **25,1%**
49.2	Лиственничные, сосновые остепненные (*Melica turczaninoviana, Carex amgunensis, Trisetum spicatum, Iris ruthenica*) леса и южносибирские (*Koeleria cristata, Agropyron cristatum, Helictotrichon schellianum*) степи с участием видов дауро-монгольского комплекса (*Stipa baicalensis, Poa attenuata, Scabiosa comosa, Lespedeza juncea, Bupleurum scorzonerifolium*); сообщества кустарников: *Cotoneaster melanocarpus, Caragana pygmaea, Ribes diacantha, Spiraea aquilegifolia.*	Джидинский вариант Лиственничная, сосновая лесостепь (600-900 м). Площадь лесостепи **19,1%**
49.3	Лиственничные, сосновые рододендроновые (*Rhododendron dauricum*) леса и разнотравно-дерновиннозлаковые дауро-монгольские степи: пижмовые (*Filifolium sibiricum*), осоковые (*Carex pediformis*), леймусовые (*Leymus chinensis*); участки ильмовой (*Ulmus pumila*) каменистой лесостепи с зарослями кустарников; березовые (*Betula pendula, B. platyphylla*) леса и петрофитные (*Androsace incana, Veronica incana, Bupleurum bicaule, Thymus serpyllum, Chamaerhodos trifida, Festuca lenensis*) степи.	Бурятский вариант Лиственничная, сосновая лесостепь (700-900 м). Площадь лесостепи **46,5%**
50	**Прибайкальско-Момский южносибирский таежный** (1900 видов)	
50.1	Лиственничные (*Larix sibirica, L. gmelinii*), березовые (*Betula platyphylla*) остепненные леса, сосновые рододендроновые (*Rhododendron dauricum*) боры и степи с совместным участием видов южносибирского и дауро-монгольского комплексов.	Верхнеленский вариант Лесостепной (700-1200 м). Площадь лесостепи **46,5%**
50.2	Экспозиционные сочетания лиственничных (*Larix sibirica*), сосновых лесов и ковыльных (*Stipa krylovii, S. baicalensis*, *S. sibirica*), мелкодерновиннозлаковых – мятликовых (*Poa attenuata*), типчаковых (*Festuca lenensis*), житняковых (*Agropyron cristatum*), змеевковых (*Cleistogenes squarrosa*), вострецовых (*Leymus chinensis*) и полынных (*Artemisia sericea, A. commutata, A. frigida*) степей дауро-монгольского комплекса формаций.	Баргузинский вариант Лесостепной (400-700 м) Площадь лесостепи **3,0%**
52	**Южнозабайкальский таежный** (2200 видов)	
52.1	Лиственничные (*Larix gmelinii*) рододендроновой, ольховой и брусничной групп леса, сосновые (*Pinus sylvestris*) остепненные боры в сочетании с.	Витимский вариант

№	Название оробиома (количество видов сосудистых растений биома)	
	Лесостепные комбинации оробиомов	Высотные пределы пояса (м над ур. м.); площадь лесостепи биома в %
	березовыми (*Betula platyphylla*) лесами и разнотравно-мелкодерновиннозлаковыми (*Festuca lenensis, Poa attenuate, Agropyron cristatum, Koeleria cristata, Schizonepeta multifida, Filifolium sibiricum, Pulsatilla multifida*) дауро-монгольскими степями.	Лиственнично-сосновая лесостепь (500-700 до 1000 м). Площадь лесостепи **6,3%**
52.2	Лиственнично-сосновые (*Larix gmelinii*, *Pinus sylvestris*) рододендроновые леса с элементами амурской подтайги (*Ulmus propinqua, Malus pallasiana, Rhamnus dahurica*) в сочетании с сообществами пижмовых (*Tanacetum sibiricum*) степей, остепненных лугов и рощами даурской березы (*Betula davurica*). Характерны также сосновые леса с подлеском из леспедецы (*Lespedeza bicolor*).	Шилкинский вариант. Лесостепной пояс (500-700 м). Площадь лесостепи 9**,3%**
43	**Верхояно-Колымский гипоарктическо-таежный** (985 видов)	
	Экспозиционная лиственничная (*Larix cajanderi*) лесостепь (лиственничные ритидиевые и травяно-моховые остепненные редколесья) в сочетании с реликтовыми криоксерофитными степями.	Лесостепной пояс (400-1200 м) Площадь **1,3-3,3%**

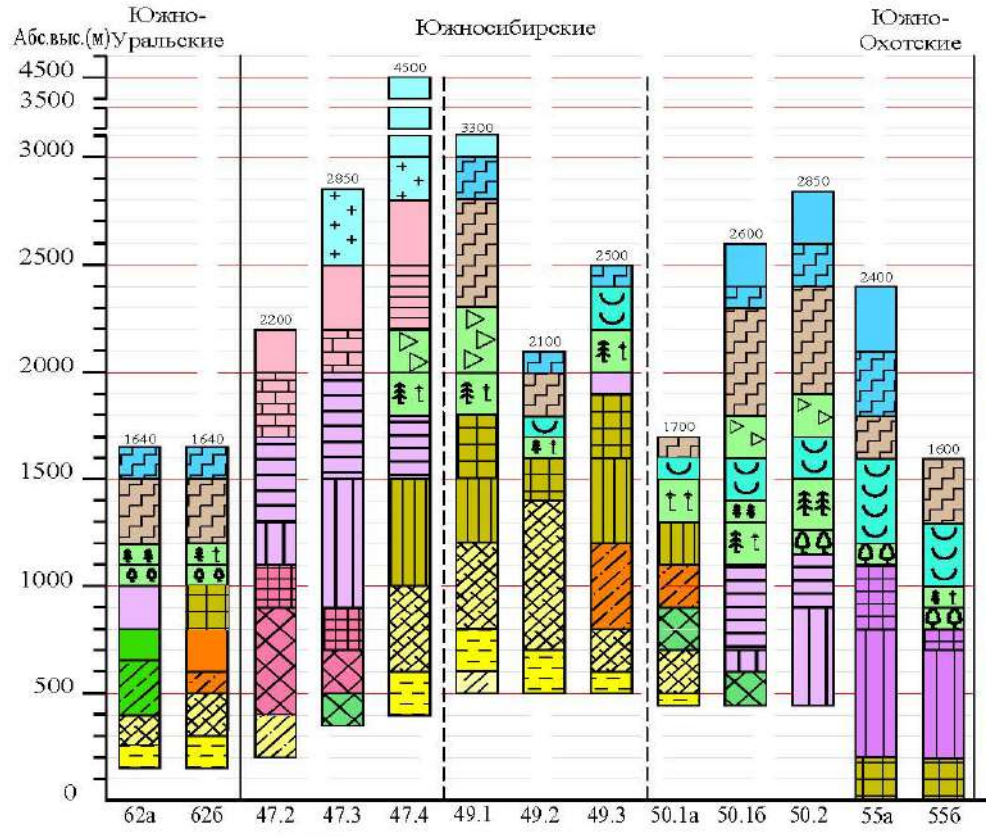
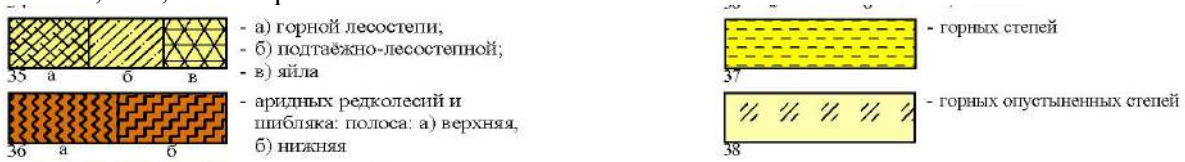


Рисунок 1. Типы поясности оробиомов и их географических вариантов: 47 – номера биомов, 47.1, 62а – варианты биомов. Высотные пояса:



Заключение. Горный биом (оробиом) является интегральным показателем исторически сложившейся высотно-поясной структуры растительного покрова и адаптации биоты к конкретной комбинации экосистем в пределах высотных поясов. Пояс экспозиционной лесостепи наиболее широко представлен в Прибайкальско-Момском и Тувино-Южнозабайкальском оробиомах, где занимает до 45-50% их общей площади; до 25-35% площади приходится на лесостепной пояс в биомах Алтайско-Саянской группы; на Кавказе и Южном Урале площадь лесостепи возрастают от 15% в западных оробиомах до 30% в Дагестанском биоме.

Экспозиционная лесостепь отличается высоким флористическим и экосистемным разнообразием в силу двойственной природы сложного растительного покрова. В целом, флористическое богатство лесостепи Евразии оценивается в 3800 с лишним видов сосудистых растений [3], в том числе восточноевропейской лесостепи – на уровне 1300-1400 видов, южносибирской лесостепи (красноярская, иркутская, бурятская) – на уровне 900-1350 видов. На этом общем фоне пока трудно оценить биотическое разнообразие лесостепи каждого биома по всему зональному ряду региональных биомов. Географические типы горной лесостепи по составу флор и экосистем различаются в силу положения пояса в структуре высотно-поясных подразделений оробиомов в разных биоклиматических секторах. Наиболее богатой во флористическом отношении является горная лесостепь Дагестанского оробиома, где зарегистрировано 2108 видов, которые составляют 67,9% от всей флоры биома. При этом число видов, характерных только для лесостепи, тоже самое высокое – 551 вид (26,2% от ее флоры) [14]. В горных биомах Южной Сибири флористическое богатство лесостепи оценивается от 400-1000 видов. Самое северное положение лесостепного пояса отмечается в Верхояно-Колымском оробиоме, где реликтовая экспозиционная лиственничная (*Larix cajanderi*) лесостепь хангайского типа прослеживается изолированными массивами в верховьях р. Яны, в долине Индигирки на высотах 400-1200 м. Склоны южных экспозиций заняты различными вариантами криоксерофитных степей, обнаруживающих связи со степными комплексами равнин Центральной Якутии [15]. Видовое богатство лесостепи немного превышает 100 видов сосудистых растений.

Растительный покров горной лесостепи находится в условиях многовекового и все возрастающего воздействия человека. В биомах Кавказа, Южного Урала он практически полностью заменен пашнями, садами, виноградниками, пастбищами, селитебными землями; в нижней части пояса высока распаханность территории, в верхней – значительные площади заняты сенокосами и пастбищами. Компоненты лесостепи представлены изолированными фрагментами, связь между которыми сокращается. Мониторинг, восстановление уникальных лесостепных комплексов представляет актуальную задачу среди проблем сохранения биоразнообразия. Единая система оробиомов позволят проследить закономерности формирования и тенденции развития флористического и экосистемного разнообразия поясов высотно-поясных спектров в разных горных массивах на единой научно-методологической основе. Биогеографические исследования направлены на разработку конкретных мероприятий, связанных с восстановлением нарушенных компонентов экосистем и сохранением биоразнообразия.

Список литературы

1. Экотоны в биосфере / Под ред. В.С. Залетаева. М.: РАСХН, 1997. 329 с.
2. Коломыц Э.Г. Бореальный экотон и географическая зональность. Атлас-монография. М.: Наука, 2005. 390 с.
3. Банникова И.А. Лесостепь Евразии (оценка флористического разнообразия). М., 1998. 146 с.
4. Сочава В.Б. Введение о геосистемах. Новосибирск, 1978. 319 с.
5. Криволуцкий Д.А., Мяло Е.Г., Огуреева Г.Н. География биологического разнообразия // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1998. № 4. С. 81-86.
6. Walter H., Breckle S.-W. Okologische Grundlagen in global sicht. Stuttgart: G. Fischer, 1991. 586 p.
7. Огуреева Г. Н. Эколого-географический подход к изучению разнообразия и географии наземных экосистем // Вопросы географии. Моск. отд. РГО Т. 134. Сб. Актуальная биогеография. М.: Издательский дом «Кодекс», 2012. С. 58-80.
8. Сочава В.Б. Классификация растительности как иерархия динамических систем // Геоботаническое картографирование. Л., 1972. С. 3-18.
9. Карта «Биомы России» в серии карт природы для высшей школы. (М. 1:7 500 000) / Ред. проф. Г.Н. Огуреева. Коллектив авторов; Москва, WWF России, 2018.
10. Огуреева Г.Н. Ботанико-географический анализ и картографирование растительности гор: Автореф. дис. … д-ра геогр. наук. М., 1999. 69 с.
11. Растительность европейской части СССР / Под ред. С.А. Грибовой, Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко. Л., 1980. 429 с.
12. Назимова Д.И. Концептуальная модель структурного биоразнообразия зональных классов лесных экосистем Северной Евразии // Сибирский экологический журнал. 2004. Т. 13. № 5. С. 745-756.
13. Бочарников М.В. Связь фитоценотического разнообразия Северовосточно- Забайкальского оробиома с биоклиматическими показателями // Бот. журн. 2022. Т. 107. № 3. С. 211-236.
14. Муртазалиев Р.А. Конспект флоры Дагестана. Махачкала, 2009. 304 с.
15. Юрцев Б.А. Реликтовые степные комплексы Северо-Восточной Азии. Новосибирск: Наука, 1981. 168 с.

УДК 911.3:338.4:332.135
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-953-959

СЕЛЬСКИЙ ТУРИЗМ КАК СПОСОБ РАЗВИТИЯ РАЙОНОВ СТЕПНЫХ ЗОН АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

RURAL TOURISM AS A WAY TO DEVELOP STEPPE ZONES IN AKTOBE OBLAST

*Омирзакова М.Ж.[1], **Вендт Я.А.[2], ***Сапаров К.Т.[1], ****Сергеева А.М.[3]
*Omirzakova M.Zh.[1], **Wendt J.A.[2], ***Saparov K.T.[1], ****Sergeyeva A.M.[3]

[1]Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
[2]Гданьский университет, Гданьск, Польша
[3]Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, Актобе, Казахстан
[1]L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
[2]Gdansk university, Gdansk, Poland
[3]K. Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Kazakhstan

E-mail: *omirzakovamiroslava@gmail.com, **jan.wendt@ug.edu.pl, ***k.sapar67@yandex.ru, ****sergeyeva.aigul@gmail.com

Аннотация. В условиях научно-технического прогресса сельский туризм как сфера, затрагивающая множество различных отраслей, выступает серьезным фактором экономического и социокультурного развития сельских территорий. Сельский туризм – классический вариант устойчивого туризма, который основан на сохранении культурного и природного наследия сельской местности, опоре на местные ресурсы, максимальном вовлечении местных жителей. Сельский туризм, как правило, базируется на малых предприятиях, а значит, не требует крупных инвестиций, как государственных, так и частных. При этом отрасль имеет серьезный мультипликативный эффект и имеет высокую социальную значимость для развития сельских территорий. Районы степной зоны Актюбинской области обладают богатым природно-рекреационным ресурсом для развития сельского туризма. В статье рассматриваются сведения о разнообразии наследия природных объектов степной зоны Актюбинской области. Кратко описываются отдельные, особо значимые объекты природного наследия. Рекомендуется необходимость придания объектам природного наследия природоохранного статуса и использования их в туристско-рекреационных целях. В статье также рассматриваются возможные бренды степной зоны Актюбинской области. Проанализирована дорожная и гостиничная инфраструктура как основной компонент туристско-рекреационного потенциала для развития сельского туризма на основе природных памятников.
Ключевые слова: степная зона, сельский туризм, природно-рекреационные ресурсы, транспортная инфраструктура, гостиничная инфраструктура.

Abstract. In the context of scientific and technological progress, rural tourism, as a sphere that affects many different industries, is a serious factor in the economic and sociocultural development of rural areas. Rural tourism is a classic version of sustainable tourism, which is based on preserving the cultural and natural heritage of the countryside, relying on local resources, and maximizing the involvement of local residents. Rural tourism, as a rule, is based on small enterprises, which means it does not require large investments, either public or private. At the same time, the industry has a serious multiplier effect and is of high social significance for the development of rural areas. The regions of the steppe zone of the Aktobe oblast have rich natural and recreational resources for the development of rural tourism. The article discusses information about the diversity of the heritage of natural objects of the steppe zone of the Aktobe oblast. Individual, particularly significant natural heritage sites are briefly described. It is recommended that natural heritage sites be given environmental protection status and used for tourism and recreational purposes. The article also discusses possible brands of the steppe zone of the Aktobe oblast. Road and hotel infrastructures are analyzed as the main component of the tourism and recreational potential for the development of rural tourism based on natural monuments.
Key words: steppe zone, rural tourism, natural and recreational resources, transport infrastructure, hotel infrastructure.

Введение. Сельский туризм в Казахстане – новое социально-экономическое явление, ориентированное на использование природных, культурных, исторических и других ресурсов сельской местности для создания и предложения туристского продукта широкому кругу людей. В связи с этим необходимо исходить из того, что стратегическими приоритетами региональной политики, направленной на стимулирование туристической сферы в сельской местности, должна стать концентрация туристских ресурсов. Это необходимо для организации сельского туризма путем создания пунктов назначения, включающих в себя якорные туристские центры с высоким

потенциалом формирования туров сельского туризма и приграничные территории к ним. Активизация сельского туризма позволит развивать территории, не имеющие перспективных промышленных и сельскохозяйственных организаций, и тем самым улучшит социально-экономическое положение региона в целом. Ресурсный потенциал сельского туризма представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих возможностей, которые используются в туризме, а также новых, образующихся в этой деятельности и использовании факторов производства в сельской местности. В настоящее время, с развитием туризма в Казахстане, требуется более пристальное внимание к поиску туристических возможностей на территории и детальной оценке потенциала.

Выявление, охрана и использование в научных и просветительских целях уникальных природных объектов является исключительно актуальной задачей для Актюбинской области. Для сохранения природного наследия представляется целесообразным создание сети ключевых ландшафтных территорий, отражающих ландшафтное разнообразие и имеющих важное значение для идентификации и сохранения эталонов зональных, характерных, редких и находящиеся под угрозой исчезновения геосистем [1]. Необходимость сохранения объектов природного наследия находит отражение как в соответствующих документах Правительства РК, так и в научной литературе [2, 3].

Территорией исследования нами выбраны участки степной зоны с повышенным рекреационным спросом, обусловленным высокими показателями плотности населения. Пояс степных ландшафтов Актюбинской области включает в себя Мартукский, Хромтауский, Каргалинский, Хобдинский, Алгинский и Айтекебийский районы. Актюбинская область характеризуется разнообразными природными объектами, охватывающие степные, полупустынные и пустынные комплексы с уникальными интразональными ландшафтами.

Привлекательность существующих ресурсно-рекреационных сочетаний ландшафтных комплексов региона определяется, прежде всего, своей природной сохранностью и является предпосылками для формирования туристско-рекреационных кластеров с необходимым нормативно-правовым обеспечением для сохранения и воспроизводства природных геосистем.

Материалы и методы. Для степной зоны Актюбинской области характерно большое разнообразие благоприятных факторов, характеризующих туристско-рекреационный потенциал территории: значительная физико-географическая, природная и социально-экономическая дифференциация пространства, в частности: многообразие естественных ландшафтов [4, 5, 6]. При оценке туристско-рекреационного потенциала территории многие исследователи выделяют такие базовые компоненты: расселение населения в пределах районов, природно-рекреационные ресурсы, транспортная и гостиничная инфраструктура региона. Совокупность этих видов ресурсов рассматривается как целостная система, состоящая из двух подсистем: собственно туристические объекты и инфраструктурные объекты, которые вместе составляют туристско-рекреационный потенциал региона [7, 8].

В степной зоне Актюбинской области сложилась относительно стабильная система расселения. Населенные пункты, расположенные в пределах степных районов, характеризуются общей инфраструктурой, транспортным сообщением и специфическим межпоселенческим взаимодействием. Такая региональная модель размещения населения в бассейне рек области не позволяет полноценно развивать сельский туризм. С помощью программного обеспечения ArcGIS 10.5 среднее фактическое расстояние до основных аулов было рассчитано как 35 км; теоретическое близкое расстояние было получено как 50 км. Эти результаты показывают, что в районах степной зоны Актюбинской области основные села характеризуются неоднородностью с точки зрения их пространственного распределения *(рисунок 1)*.

Сельский туризм входит в состав территориального социально-экономического комплекса и относится к определенному географическому пространству, такому как сельские местности, где комплексообразующей базой сельского туризма являются элементы природно-ресурсного, производственно-рекреационного подкомплексов, а также подкомплексов населения и расселения. В связи с благоприятностью природных условий и низким процессом опустынивания в районах частота населенных пунктов относительно высока. Во всех районах степной зоны сельских населенных пунктов больше, чем городов.

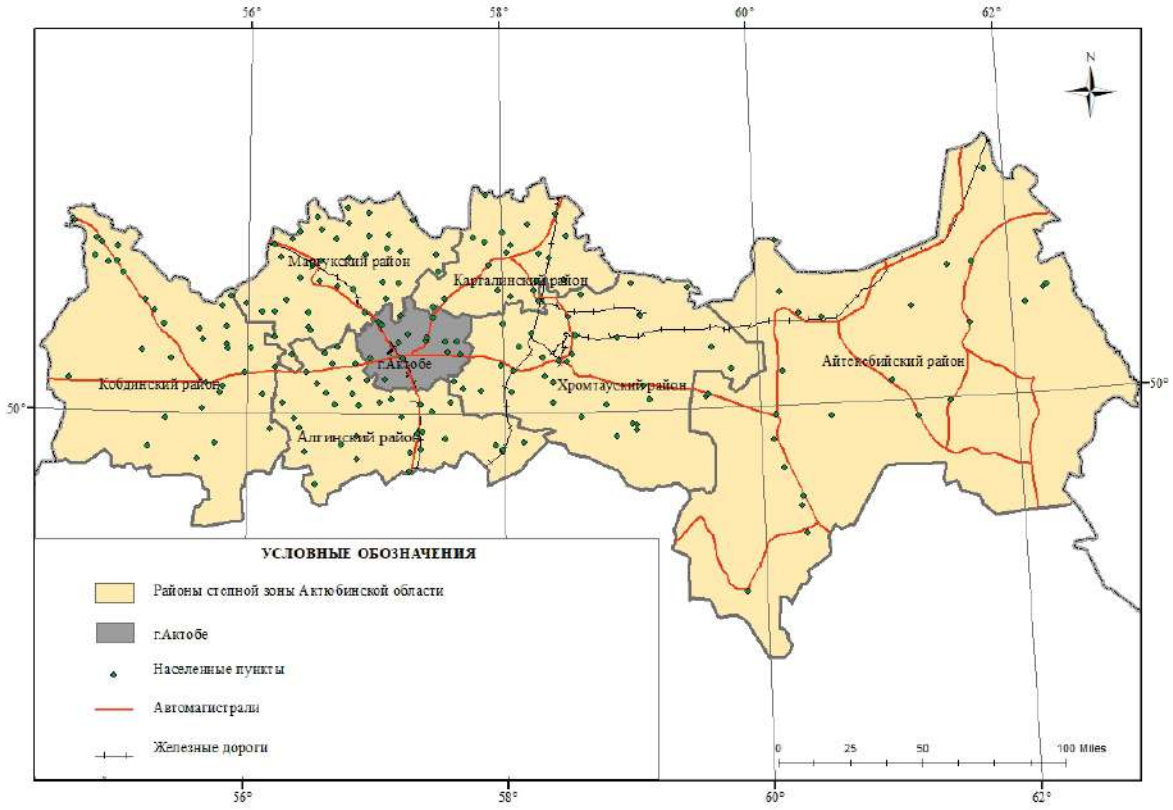


Рисунок 1. Районы степной зоны Актюбинской области.

Одним из важнейших конкурентных преимуществ сельской местности перед городской является то, что в ней гармонично сочетаются природные и культурные ценности в уникальном сочетании достопримечательностей. Нарастающей тенденцией последних десятилетий в развитых странах (и в последние годы в развивающихся странах мира) является сельский туризм.

Природно-рекреационные ресурсы. Взаимодействие сельского туризма с окружающей средой определяет общую комфортность региона для развития сельского туризма. Природно-рекреационные ресурсы – это природные условия, явления природы, создают комфортные условия для рекреационно-туристической деятельности и способствуют организации отдыха и оздоровления. Основными среди них являются климат, акватории, ландшафт, а также некоторые природные объекты, имеющие познавательные и аттрактивные свойства. Степная зона Актюбинской области обладает уникальным сочетанием природно-рекреационных ресурсов, которые охватывают разнообразные естественные ландшафты. Предлагаем краткий обзор природного наследия районов.

На территории Каргалинского района находится государственный природный заказник «Эбита» (комплексный). Это один из семи заказников местного значения. Мотивы организации – сохранение эталонных участков разнотравно-ковыльных степей; уникальных колочных лесов степной зоны из березы, ольхи, тополя; мест обитания краснокнижных видов флоры и фауны, живописных участков в долинах рек Жайык, Эбита, Терекла. Охрана мест обитания промысловых видов животных: лося, косули, кабана, бобра, водоплавающих и околоводных птиц; тугайных и древесно-кустарниковых зарослей как мест гнездования и отдыха на пролете мигрирующих птиц; многочисленных археологических объектов – остатков древних поселений и курганов бронзового века; объекта ПЗФ республиканского значения – Серпентинитовый меланж на р. Алимбет – обнажение пород ордовик-силурийского возраста. Природный заказник «Эбита» перспективен для развития экологического, научного образовательного туризма, благодаря географическому положению он представляет интерес для организации туристского маршрута «Эбита – Орск», «Эбита – Оренбург – Уфа» и др. Село Александровка расположено на западе Каргалинского района Актюбинской области, на левом побережье реки Жаксы Каргалы. Село находится в 42 км к северу от Актобе, в 83 км от районного центра Бадамша, что немало важно для развития туризма. Поверхность данной территории представляет возвышенную холмистую равнину, для которой характерно чередование холмов и понижений. Средняя высота

от 100 до 200 м. Холмы с правобережья р. Каргалы имеют множество пещер, имеющих познавательное значение. Актюбинская область обладает мощным спелео-ресурсным потенциалом, где хорошо изучены 10 пещер: Александровская-1, Александровская-2, Александровская-3, Жаздыбайская, Шилисайская-1, Шилисайская-2, Новопокровская, Петропавловская, Разочарование, Жанатанская, которые были исследованы и описаныв 1963-1969 годах [9]. Карстовые поля расположены в долине реки Жаксы-Каргалы в Каргалинском районе. Изучение пещер представляет значительный интерес в плане реконструкции палеогеографических условий региона. Найденные в пещерах остатки древних культур делают их перспективными и для исследований первых следов обитания человека в области.

На территории Мартукского района имеется два памятника природы. Это реликтовые лески окраины п. Шевченко, с. Родниковка с общей площадью 1,5 га и березово-осиновые колки 7,0 га. Данные памятники природы находятся под охраной Мартукского лесного хозяйства. Реликтовые лески окраины с. Шевченко – единственное место в области, где произрастают реликты третичного периода папоротника-кочедыжника женского. Площадь охраняемого объекта – 7 га. Памятник относится к категории ботаническо-зоологической. Здесь же произрастает шпажник черепитчатый, который занесен в Красную книгу Казахстана. Особенностью этого района также является наличие крупных муравейников: в длину 100-200 см и высотой 60-80 см. В ольшанике у зимовья Жанатан есть 61 наименование редких и исчезающих видов растений, например земляника лесная, астра алтайская, погремка джунгарского марьянника. Здесь запрещены распашка территории, рубка леса, сбор и заготовка лесоматериалов. Охраняет эту территорию Мартукское лесное хозяйство. Район богат на лекарственные растения: здесь растут пустырник, календула, шиповник, подорожник, девясил, душица, черемуха, ромашка, мать-и-мачеха, чабрец, полынь, кровохлебка и многое другое. Встречается также много грибов: рядовки, белые свинушки, груздь белый, вешенки.

На территории Хромтауского района есть редкие геологические объекты, такие как, геологический разрез Айдарлыаша, образовавшийся примерно 290-350 млн лет назад в результате подвижек 40 слоев пласта земной коры. Эти пласты были выдавлены из глубин на поверхность и развернуты в горизонтальном положении на берегу реки Айдарлыаша. Данный разрез считается уникальным и имеет планетарное значение. В 1996 году на Всемирном форуме геологов в Пекине разрезу был присужден статус «Глобальный стратотип Айдарлыаша». Данный объект в 2005 году внесен в республиканский Перечень особо охраняемых природных территорий.

В Айтекебийском районе расположен Государственный природный заказник «Озерный» (орнитологический). Территория относится к Тургайской структурно-денудационной столовой равнине. Рельеф имеет равнинную поверхность, характерную для междуречий. Климат резко континентальный: средняя температура января –17-–19°С, июля +20-+21°С, среднегодовая температура воздуха +1-+2°С. Поверхностные воды относятся к бассейну Аральского моря и к внутреннему бессточному региону. Реки представлены временными водотоками. Вода бывает только в период таяния снега и весенних дождей. Много небольших мелководных озер (соров) с соленой и горько-соленой водой. Наиболее крупные озера – Айке, Булеколь, Караколь, Шалкар-Карашатау, Сорколь.

Государственный комплексный природный заказник «Кобдинский» расположен в Кобдинском районе Актюбинской области. Мотивами для организации комплексного природного заказника «Кобдинский» стали сохранение и охрана природных комплексов и эталонных участков сохранившихся разнотравно-ковыльных степей, уникальных лесных колок Подуральского плато, мелководных стариц с древесно-тугайными зарослями на реках Илек и Улькен Кобда как благоприятных участков для отдыха на пролете и гнездования водоплавающих и околоводных птиц, мест обитания краснокнижных видов растений и животных. Рельеф – слабо наклонное Подуральском плато, междуречье рек Илек и Улькен Кобда со старицами, протоками, разработанные долины рек с двумя поймами и двумя аккумулятивными террасами. Поверхность междуречья слабоволнистая, местами всхолмленная.

Алгинский район расположен в бассейне реки Илек, который имеет развитую транспортную сеть, социально-экономическую инфраструктуру и благоприятные природно-климатические условия, высокий ландшафтно-рекреационный потенциал.

Родники являются одними из самых популярных рекреационных объектов в области. Среди исследованных родников наиболее привлекательными являются Катпар, Ислам булак, Косестек, Саржансай. В условиях степной зоны естественные выходы подземных вод, как

многофункциональные природные объекты, часто определяют показатели рекреационной привлекательности и, в значительной мере, способствуют рекреационному освоению территории. Кроме того, родники играют важную роль в водоснабжении малых населенных пунктов и являются важнейшим элементом значительной части объектов природного наследия региона [10].

Транспортная инфраструктура. Развитая дорожная инфраструктура имеет существенное значение для развития туристической отрасли и повышение ее общего потенциала. Для обширной территории степной зоны необходима надежная и разветвленная сеть дорог, которая способна обеспечить связь между населенными пунктами. Плотность автомобильных дорог является главным критерием оценки состояния дорожной инфраструктуры (табл. 1).

Плотность автомобильных дорог районов степной зоны [11]:

$$П = \frac{L}{S} \times 1000\,,$$

здесь П – плотность автомобильных дорог, L – протяженность автомобильных дорог, S – площадь района.

Таблица 1

Транспортная обеспеченность районов степной зоны

Районы	Протяженность транспортныхдорог, L (тыс. км)	Площадь района, S км^2	Плотность автомобильных дорог, П (км на 1000 км^2)
Алгинский район	266,270	7507	35,5
Айтекебийский район	518,635	36 800	14,1
Каргалинский район	258,2	5 000	51,64
Мартукский район	316,24	6 600	47,9
Кобдинский район	244,8	14 000	17,5
Хромтауский район	312,925	12 900	24,3

Лидером по плотности автомобильных дорог в степной зоне Актюбинской области является Каргалинский район – 51,64 тыс. км^2, наибольшую плотности автомобильных дорог имеют Мартукский район – 47,9 тыс. км^2 и Алгинский район 35,5 тыс. км^2. Наименьшая плотность автомобильных дорог наблюдается в Хромтауском (24,3 тыс. км^2), Кобдинском (17,5 тыс. км^2) и Айтекебийском (14,1 тыс. км^2) районах.

Гостиничная инфраструктура. Объекты размещения туристов или гостиничная инфраструктура является важным элементом реализации туристско-рекреационного потенциала. К основным объектам размещения относятся отели, хостелы, кемпинги, гостевые дома, апартаменты, дома отдыха, санатории и др. Кроме коллективных средств размещения, на туристических маршрутах могут предлагаться и индивидуальные средства размещения – квартиры, коттеджи, особняки, которые трудно учитывать в статистике размещения.

Объекты размещения туристов считают важнейшим элементом туристической инфраструктуры. Доступность таких объектов влияет на развитие всей туристической отрасли, так как туристические потоки напрямую зависят от уровня их развития и качества предоставляемых ими услуг. В статистике гостиничной инфраструктуры мы учитывали только объекты не специализированного коллективного размещения: отели, хостелы, кемпинги, гостевые дома, которые поставляют большую часть предоставляемых услуг размещения.

В степной зоне Актюбинской области плотность гостиничной инфраструктуры составляет 0,3 ед./тыс. км^2. Хромтауский район является лидером по количеству мест размещения в степной зоне – 10 ед. Сильно отстает в развитии гостиничной инфраструктуры Алгинский район, там находится только 1 место размещения *(рисунок 2)*.

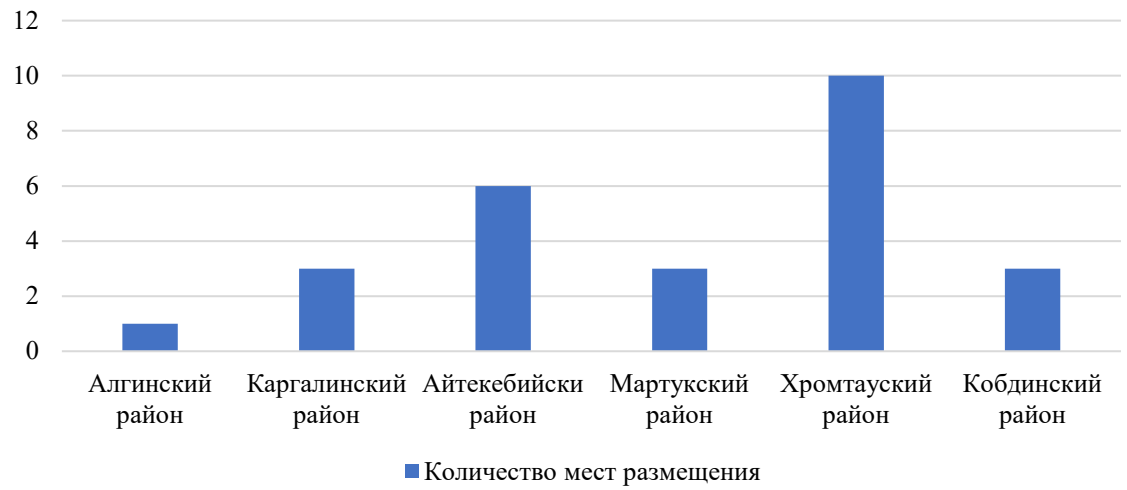


Рисунок 2. Количество мест размещения в районах степной зоны Актюбинской области (ед.) [12].

Результаты и обсуждение

Степные районы Актюбинской области имеют такие положительные особенности для развития сельского туризма:

1. *Климатические условия.* Степи Актюбинской области в целом отличает большое количество поступающей солнечной радиации. Причем, по мере продвижения на восток и усиления континентальности климата, увеличивается количество солнечных дней в году. Это значительное преимущество по сравнению с более северной зоной умеренного пояса, а также с большинством приморских территорий. Такие характеристики (при наличии водоемов) делают весьма перспективным развитие пляжно-купального туризма в массивах р. Илек и р. Кобда. Сухой степной воздух является так же лечебным фактором, позволяющим осуществлять климатолечение при ринитах, фарингитах, ларингитах, тонзиллитах. В комплексе с кумысолечением такой климат идеален для лечения туберкулеза.

2. *Водоемы.*Степные районы Актюбинской области расположены в бассейнах рек Илек, Кобда и Орь. Некоторые массивы бассейнов рек предоставляют прекрасные возможности для пляжного и других околоводных видов отдыха (рыбная ловля, подводная охота, яхтинг, катание на гидроциклах, виндсерфинг, вейкбординг, кайтсерфинг, водные лыжи и др.). Приаквальные ландшафты являются так же прекрасными охотничьими угодьями.

3. Месторождения лечебной грязи. Алгинский район является главным районом концентрации лечебной грязи в Актюбинской области. Лечебная грязь имеет разный химический состав и биогеохимические свойства, поэтому позволяет эффективно лечить различные заболевания опорно-двигательного аппарата, кожи и пр.

4. Эталонные степные ландшафты и биологические ресурсы. Несмотря на то, что значительные площади степных ландшафтов подверглись антропогенной трансформации, сохранились крупные эталонные участки целинной степи.

5. Культурно-историческое наследие степных зон Актюбинской области. История и культура кочевых цивилизаций привлекает многих людей. Также привлекают туристов национальные праздники и фестивали этнической культуры. Памятники истории и культуры являются не только фактором развития узко ориентированного научного археологического туризма, но и включаются в туристский продукт сельского туризма.

6. Относительно благоприятные природные условия для инфраструктурного освоения. Для большей части территории степных зон Актюбинской области характерны благоприятные условия для строительства инженерных коммуникаций и объектов инфраструктуры туризма. Фактически нет природных лимитирующих факторов, таких как высокая сейсмичность, многолетняя мерзлота, лавинная и селевая опасность и пр. Это, как правило, обеспечивает значительно более низкую себестоимость проектов развития инфраструктуры и создания крупных территориальных рекреационных систем в степных ландшафтах.

Заключение. Сельский туризм выступает частью территориального социально-экономического комплекса и имеет принадлежность к конкретному географическому пространству – сельской местности, где комплексообразующей базой сельского туризма выступают элементы природно-ресурсных, экологических, рекреационных подкомплексов и подкомплексов населения и

расселения. Природные ресурсы рассматриваются с позиции использования природных объектов с выразительными особенностями ландшафта для организации досуговой и туристской деятельности в сфере сельского туризма и с позиции формирования отраслевого профиля региона в производственной сфере. Обзор объектов природного наследия области показал необходимость комплексных полевых исследований природных объектов, проведения анализа природных объектов и комплексов, в том числе, представляющих интерес в плане туристского освоения. Необходимо определить границы конкретных участков и режимы их функционирования и использования, дать комплексную физико-географическую, социально-экономическую, туристско-рекреационную характеристику каждому природному объекту и разработать рекомендации по развитию экологического туризма на основе покомпонентной оценки природных объектов и комплексов.

Проанализировав туристско-рекреационный потенциал районов степной зоны, можно отметить следующее:

– сельский туризм на основе природно-ландшафтного фактора предполагает создание объектов сельского туризма в природно-курортных зонах, комплексах и объектах, которые располагают экологической, эстетической и историко-культурной ценностями и предназначены для использования в природоохранных, просветительских, оздоровительных и рекреационных целях. К примеру, в курортных поселках Алга и Мартука можно организовать и обустроить данный вид туризма, поскольку там имеются все ресурсные возможности для достижения намеченной цели;

– это относительно схожая в природно-климатическом отношении территория; природно-рекреационные ресурсы определенно могут быть фокусом туристической привлекательности;

– неблагоприятная дорожная инфраструктура является существенным недостатком для туристов, путешествующих на личном автотранспорте;

– крайне низкий уровень предложения по размещению не дает увеличить туристические посещения в значительной части регионов. Таким образом, неразвитая дорожная и гостиничная инфраструктура является существенным недостатком в использовании имеющегося природно-рекреационного потенциала районов степной зоны, как следствие стратегия развития туристической отрасли должна базироваться на увеличении эффективности уже используемых ресурсов и улучшении имеющейся инфраструктуры.

Список литературы

1. Кубесова Г.Т. Основные тенденции развития туристской индустрии Актюбинской области Республики Казахстан // Приоритетные направления и проблемы развития внутреннего и международного туризма в России: сб. статей. Алушта, 2018. С. 312-315.

2. Чибилёв А.А., Левыкин С.В., Рябуха А.Г. Актуальные проблемы современного степеведения // Аридные экосистемы. 2012. № 4. С. 97-101.

3. Чибилёва В.П., Филимонова И.Ю. Перспективы развития внутреннего туризма в степных регионах с учетом современных вызовов (на примере Оренбургской области) // Ученые записки Крымского федерального университета имени ВИ Вернадского. География. Геология. 2021. Т. 7. № 2. С. 227-235.

4. Назарчук М.К., Сергеева А.М., Абдулина А.Г. Ақтөбе облысының географиясы. Ақтөбе: «Принт – А», 2012. 318 б.

5. Ахмеденов К.М., Кошим А.Г., Сергеева А.М. Природное наследие степей Актюбинской области // Степи Северной Евразии. 2018. С. 157-160.

6. Шакиров А.В. Физико-географические особенности и районирование Мугоджары // Степи Северной Евразии: материалы VI междунар. симпоз. Оренбург, 2012.С. 805-809.

7. Соколов А.А. Региональная оценка туристско-рекреационного потенциала в степной зоне России, Украины и Казахстана // Вестник Оренбургского государственного университета. 2016. № 2 (190). С. 102-109.

8. Дирин Д.А., Гудковских М.В., Марьинских Д.М., Крупочкин Е.П. Особенности туристско-рекреационного потенциала и территориальной организации туризма в степной и лесостепной зоне Евразии // Степи Северной Евразии: материалы IX междунар. симпоз. Оренбург, 2021. С. 274-280.

9. Пещеры северо-запада Республики Казахстан // Республиканский клуб спелеологов под руководством В. Полуэктова, 1963-1969 гг. Электронный ресурс. URL: http://speleokz.ucoz.ru/publ/6-1-0-14.

10. Ахмеденов К.М., Каиргалиева Г.З. Оценка экологического состояния родников Актюбинской области // Качественное естественнонаучное образование – основа прогресса и устойчивого развития России: сб. ст. междунар. симпоз. 2-3 марта 2016 г. Саратов: Амирит, 2016. С. 56-58.

11. Котельникова В.Е. Транспортная инфраструктура туризма // Мир транспорта. 2012. № 4. С. 118-123.

12. Бюро национальной статистики. Главные социально-экономические показатели Актюбинской области – 2023. URL: https://stat.gov.kz/region/248875 (дата обращения: 10.01.2024).

УДК 595.799
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-960-962

BOMBUS (PSITHYRUS) BARBUTELLUS SSP. MAXILLOSUS KLUG, 1817 – НОВЫЙ СТЕПНОЙ ПОДВИД ШМЕЛЕЙ-КУКУШЕК (HYMENOPTERA: APIDAE: BOMBINI) В ФАУНЕ БЕЛАРУСИ

BOMBUS (PSITHYRUS) BARBUTELLUS SSP. MAXILLOSUS KLUG, 1817, A NEW STEPPE SUBSPECIES OF CUCKOO BUMBLEBEES (HYMENOPTERA: APIDAE: BOMBINI) FOR THE FAUNA OF BELARUS

Островский А.М.
Ostrovsky A.M.

Гомельский государственный медицинский университет, Гомель, Республика Беларусь
Gomel State Medical University, Gomel, Republic of Belarus

E-mail: Arti301989@mail.ru

Аннотация. Фауна и биология клептопаразитических шмелей (Hymenoptera: Apidae: *Bombus* sg. *Psithyrus*) в Беларуси изучена еще менее полно. Вместе с тем, исследование этой группы пчелиных, которая интересна сама по себе, важна и с практической точки зрения, именно шмели-кукушки прямо и непосредственно влияют на численность социальных видов шмелей и ее колебания по годам. В настоящей статье приведены сведения о находке *B. (Ps.) barbutellus ssp. maxillosus* Klug, 1817 – нового для фауны Беларуси степного подвида шмелей-кукушек. Материал собран в июне 2023 года на территории Гомельского района Гомельской области (Республика Беларусь). Описываемая находка является одной из самых северных в Европе и может свидетельствовать о расширении ареала *B. (Ps.) barbutellus ssp. maxillosus* в связи с потеплением и аридизацией климата на юго-востоке Беларуси. Северная граница ареала этого шмеля в настоящее время проходит по югу Беларуси и в Орловской области России. Даны оригинальные иллюстрации его важных диагностических признаков. Обобщены сведения относительно современного распространения и некоторых аспектов биологии данного подвида.
Ключевые слова: *Bombus barbutellus ssp. maxillosus*, находка, фауна, Беларусь.

Abstract. The fauna and biology of kleptoparasitic bumblebees (Hymenoptera: Apidae: *Bombus* sg. *Psithyrus*) in Belarus has been studied even less fully. At the same time, the study of this group of bees, which is interesting in itself, is also important from a practical point of view, it is the cuckoo bumblebees that directly and directly affect the number of social bumblebee species and its fluctuations over the years. Finding of *B. (Ps.) barbutellus ssp. maxillosus* Klug, 1817, a new for the fauna of Belarus steppe cuckoo bumblebees subspecies, are analyzed in this article. The material was collected in June 2023 in Gomel district near Rudnya Zhigal'skaya village (Republic of Belarus). This became possible due to the rapid warming of the climate in recent decades and distinct aridization of the south-east of Belarus. Southern Belarus and Orel Region of Russia are the northern border of the range of *B. (Ps.) barbutellus ssp. maxillosus*. Original illustrations of its important diagnostic features are given. The data on the current distribution and some aspects of biology of this subspecies are summarized.
Key words: *Bombus barbutellus ssp. maxillosus*, finding, fauna, Belarus.

Шмели (*Bombus* Latr.) выполняют важную биоценотическую роль опылителей многих цветковых растений, особенно велико их значение в умеренных широтах [1]. Из-за высокой биологической и экономической значимости это одна из основных групп беспозвоночных, которым уделяется особое внимание в связи с проблемами сохранения их разнообразия [2-4].

Шмели-кукушки, или пситирусы (*Psithyrus* Lep.) – подрод шмелей, ведущих клептопаразитический образ жизни. Фауна и биология шмелей-кукушек Республики Беларусь недостаточно изучена. Так, по данным [5] в Беларуси обитает 8 видов, распространенных преимущественно в лесной зоне. Практическое значение этой группы пчелиных обусловлено их прямым и непосредственным влиянием на численность социальных видов шмелей и ее колебания по годам.

В рамках изучения видового разнообразия и структуры населения шмелей юго-восточной части Беларуси нами было обнаружено 3 вида пситирусов [6]. Еще об одном новом для фауны республики степном подвиде *Bombus (Psithyrus) barbutellus* (Kirby, 1802) сообщается в настоящей статье.

***Bombus* (*Psithyrus*) *barbutellus ssp. maxillosus* Klug, 1817**

Материал. Республика Беларусь: 1♀, Гомельская обл., Гомельский р-н, ~ 2 км юго-западнее д. Рудня Жигальская, 52°10′24″ N 30°38′34″ E, пойменный луг, сачком на соцветиях короставника полевого (Knautia arvensis (L.) Coult.) у обочины проселочной дороги, 17.06.2023. А.М. Островский leg. et det. Материал хранится в коллекции автора.

Диагностические признаки отловленной особи представлены на *рисунке 1*.



Рисунок 1. Bombus (Psithyrus) barbutellus ssp. maxillosus Klug, 1817: слева – самка, общий вид; справа вверху – 6-й стернит брюшка снизу; справа внизу – 6-й стернит брюшка сбоку.

Тело длиной 2,0 см, черного цвета. Крылья затемненные, коричневые. Брюшко блестящее, покрыто короткими черными и темно-коричневыми волосками, только задний край 4-го тергита по бокам в желтых волосках. Валики по бокам 6-го стернита брюшка широкие, при виде сбоку с округлым контуром.

Распространение. *B. (Ps.) barbutellus ssp. maxillosus* – термофильный средиземноморско-кавказский подвид *B. (Ps.) barbutellus* с оптимумом ареала в степной зоне [7]. Область распространения *B. (Ps.) barbutellus ssp. maxillosus* охватывает страны Южной и Юго-Восточной Европы, южные районы европейской части России, Грузию, Турцию, Иран и Малую Азию [8, 9, 12]. Локально встречается в Венгрии, Италии, Греции, Румынии, Испании и Украине [10-12]. В России зарегистрирован на Кавказе, в Воронежской, Орловской и Курской областях, Ставропольском крае и Республике Башкортостан [13-15].

Особенности биологии. Паразитирует в гнездах *Bombus (Megabombus) ruderatus* (Fabricius, 1775), *B. (M.) argillaceus* (Scopoli, 1805) и *B. (Subterraneobombus) subterraneus* (Linnaeus, 1758) [12, 16]. Как и другие виды пситирусов, *B. (Ps.) barbutellus ssp. maxillosus* захватывает гнезда социальных видов шмелей, убивая матку. Собственных рабочих не имеет. Потомство клептопаразита выхаживают рабочие особи захваченного гнезда. Полилект. Встречается на лугах и по лесным опушках, отдавая предпочтение открытым местообитаниям [8, 17]. Моновольтинный вид: дает одно поколение в год. Перезимовавшие самки встречаются в мае-июне, молодое поколение (самцы и самки) летает с августа по октябрь [18].

Таксономические замечания. Большинство современных специалистов рассматривают шмелей-кукушек в составе единого подрода *Psithyrus* Lepeletier, 1832, помещая их вместе с социальными видами в род *Bombus* Latreille, 1802 [19]. В системе, рассматривающей *Psithyrus* как самостоятельный род, *B. (Ps.) maxillosus* является типовым видом подрода *Allopsithyrus* Popov, 1931 из группы «*Ps. barbutellus*» [20]. Недавние исследования [12], включающие анализ нуклеотидных последовательностей в генах EF-1α и COI, а также химического состава феромонов самцов, показали, что *B. (Ps.) maxillosus* конспецифичен с *B. (Ps.) barbutellus* и рассматривается как синоним последнего. В настоящее время выделяют два подвида *B. (Ps.) barbutellus: ssp. barbutellus* (Kirby, 1802), распространенный преимущественно на севере ареала, и *ssp. maxillosus* Klug, 1817, встречающийся в основном на юге [16].

Заключение. Таким образом, на территории Беларуси впервые отмечен степной подвид шмелей-кукушек – *B. (Ps.) barbutellus ssp. maxillosus* – появление которого с большой долей вероятности обусловлено климатическими изменениями последних десятилетий и аридизацией климата на юго-востоке страны. Данная находка расширяет на север известный ранее европейский ареал этого подвида, северная граница которого в настоящее время проходит по югу Беларуси и в Орловской области России.

Список литературы

1. Панфилов Д.В., Шамурин В.Ф., Юрцев Б.А. О сопряженном распространении шмелей и бобовых в Арктике // Бюллетень МОИП. Отд. биологии. 1960. Т. 65, Вып. 3. С. 53-62.
2. Березин М.В., Бейко В.Б., Березина Н.В. Анализ структурных изменений населения шмелей (*Bombus*, Apidae) Московской области за последние 40 лет // Зоологический журнал. 1996. Т. 75, Вып. 2. С. 212-221.
3. Goulson D. Bumblebees: Their Behaviour and Ecology. Oxford: Oxford University Press, 2003. 246 pp.
4. Williams P.H. Environmental change and the distributions of British bumblebees (*Bombus* Latr.) // Bee World. 1986. No 67. P. 50-61.
5. Хвир Д.И., Хвир В.И. Динамика численности и особенности видового состава шмелей-кукушек (Apidae: *Bombus* sg. *Psithyrus*) Беларуси // Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах: материалы II Международной научно-практической конференции (Минск, 11-14 октября 2022 г.). Минск: А.Н. Вараксин, 2022. С. 483-486.
6. Островский А.М. Видовое разнообразие и структура населения шмелей (Hymenoptera: Apidae: *Bombus* Latreille) юго-востока Беларуси // Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экол. конф. (Краснодар, 24-26 марта 2020 г.). Краснодар: КубГАУ, 2020. С. 171-173.
7. Схиртладзе И. Шмели Кавказа (Hymenoptera: Apoidea: Bombini). Тбилиси: Национальный Музей Грузии, 2011. 194 с.
8. Схиртладзе И.А. Пчелиные Закавказья (Hymenoptera: Apoidea: Bombini). Тбилиси: Мецниереба, 1981. 149 с.
9. Monfared A., Talebi A.A., Tahmasbi G., Williams P.H., Ebrahimi E., Taghavi A.A. Survey of the Localities and Food-Plants of the Bumblebees of Iran (Hymenoptera: Apidae: *Bombus*) // Entomol Gener. 2007. Vol. 30, No 4. P. 283-299. DOI 10.1127/entom.gen/30/2008/283
10. Grace A. Introductory Biogeography to Bees of the Eastern Mediterranean and Near East. Sussex: Bexhill Museum, 2010. 284 pp.
11. Konovalova I.B. The Bumble Bees of Ukraine: Species Distribution and Floral Preferences // Psyche. 2010. Vol. 2010. Article ID 819740. 10 pp.
12. Lecocq T., Lhomme P., Michez D., Dellicour S., Valterová I., Rasmont P. Molecular and chemical characters to evaluate species status of two cuckoo bumblebees: *Bombus barbutellus* and *Bombus maxillosus* (Hymenoptera, Apidae, Bombini) // Systematic Entomology. 2011. Vol. 36. P. 453-469. DOI 10.1111/j.1365-3113.2011.00576.x
13. Ченикалова Е.В. Шмель-кукушка степной *Psythyrus maxillosus* (Klug, 1817) // Красная книга Ставропольского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Т. 2. Животные. Ставрополь: ООО «Астерикс», 2013. С. 74.
14. Хабибуллин В.Ф. Материалы по фауне и распространению шмелей (Hymenoptera: Apidae) Башкортостана по архивным данным кафедры зоологии БашГУ // Материалы по флоре и фауне Республики Башкортостан. 2018. № 18. С. 73-83.
15. Бывальцев А.М., Молодцов В.В. *Bombus barbutellus* (Kirby, 1802) // Шмели России. Новосибирск: Кафедра общей биологии и экологии НГУ, 2024. Режим доступа: https://bombus.nsu.ru/web/index.php?r=site/article&id=23&showgal=gal_barbutellus (дата обращения 03.01.2024).
16. Rasmont P., Iserbyt I. Atlas of the European Bees: genus *Bombus* // STEP Project. Atlas Hymenoptera. 3d Edition. Mons, Gembloux, 2010-2014. Available at: http://www.atlashymenoptera.net/page.aspx?ID=169 (accessed 03.01.2024).
17. Ефремова З.А. Фауна и экология шмелей-кукушек (Hymenoptera, Apidae) Поволжья // Энтомологическое обозрение. 1988. Т. 67. Вып. 3. С. 523-529.
18. Martin H.–J. "Kinnbacken-Kuckuckshummel" – *Bombus maxillosus* // Hummeln (*Bombus, Psithyrus*). Available at: https://www.wildbienen.de/b-maxill.htm#00 (accessed 03.01.2024).
19. Williams P.H. An annotated checklist of the bumble bees with an analysis of patterns of description (Hymenoptera: Apidae, Bombini) // Bulletin of the Natural History Museum. Entomol. ser. 1998. Vol. 67. No 1. P. 79-152.
20. Popov V.V. Zur Kenntnis der paläarktischen Schmarotzerhummeln (*Psithyrus* Lep.) // Eos, Revista Espanola de Entomologia. 1931. Bd. 7. Heft 2. P. 131-209.

УДК 581.553
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-963-967

РАЗНООБРАЗИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ЗОНЫ НИЗКОГОРНЫХ СТЕПЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГНПП «КУЛЬСАЙСКИЕ ОЗЕРА» И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

DIVERSITY OF PLANT COMMUNITIES IN THE LOW STEPPE ZONE ON THE TERRITORY OF THE "KULSAI LAKES" STATE NATIONAL PARK AND THEIR CHANGES UNDER THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC LOAD

Отрадных И.Г.[1], Съедина И.А.[1], Уалиева Б.Б.[2]
Otradnykh I.G.[1], Syedina I.A.[1], Ualyeva B.B.[2]

[1]Институт ботаники и фитоинтродукции МОН РК, Алматы, Казахстан
[2]Государственный национальный природный парк «Кульсайские озера», Саты, Казахстан
[1]Institute of botany and phytointroduction MES RK, Almaty, Kasakhstan
[2]State national nature park «Kulsai lakes», Saty, Kasakhstan

E-mail: [1]Phyto_bot15@mail.ru, [2]kolsai_nauka@mail.ru

Аннотация: Описание сообществ проводилось на двух площадках, расположенных на разных высотах с разной экспозиционной направленностью. Обследуемые территории подвержены умеренной пастбищной нагрузке и входят в состав сенокосных угодий Государственного национального природного парка «Кульсайские озера». Изученный фитоценоз зоны низкогорных степей, в зависимости от экспозиции склона и высоты местности над уровнем моря, представлен следующими растительными сообществами: кустарниково-разнотравно-злаковое с чием, аяниево-луково-разнотравное со спиреей, злаково-богаторазнотравное, зизифоро-злаково-разнотравное. Пастбищный прессинг на степные растительные сообщества проявляется в преобладании биомассы устойчивых к механическому вытаптыванию видов: *Iris ruthenica, Ziziphora clinopodioides*, *Dracocephalum integrifolium, Ajania fastigiata, Artemisia dracunculus,* видов рода *Stipa, Carex, Alfredia.* Одновременно идет внедрение устойчивых сорных видов: *Arctium tomentosum, Carduus nutans, Echium vulgare*, видов рода *Urtica*.

Ключевые слова: низкогорные степи, растительные сообщества, видовой состав, доминанты, сорные виды.

Abstract. The description of communities was carried out at two sites located at different heights with different exposure orientations. The explored territories are exposed to moderate grazing pressure and included in hayfields of the "Kulsay Lakes" State National Natural Park. The studied phytocenosis of the low-mountain steppe zone, depending on the slope exposure and altitude above sea level, is represented by the following plant communities: shrub-forb-cereal with *Neotrinia, Ajania* onion-forb with *Spiraea*, cereal-rich forb, *Ziziphora* – cereal-forb. Pasture pressure on steppe plant communities is manifested in the predominance of biomass of species resistant to mechanical trampling: *Iris ruthenica, Ziziphora clinopodioides, Dracocephalum integrifolium, Ajania fastigiata, Artemisia dracunculus,* species of the genus *Stipa, Carex, Alfredia*. At the same time, the introduction of resistant weed species is underway: *Arctium tomentosum, Carduus nutans, Echium vulgare*, species of the genus *Urtica.*

Key words: low-mountain steppes, plant communities, species composition, dominants, weed species.

Одно из главных направлений научных исследований на особо охраняемых территориях является мониторинг по оценке состояния и инвентаризация растительных сообществ, так как растительный покров является наиболее достоверным индикатором рекреационного воздействия. Для прогнозирования процессов трансформации инвентаризация и мониторинг особо актуален для степной зоны, наиболее подверженной пастбищной нагрузке.

Изучение проводилось на территории Государственного национального природного парка «Кульсайские озера» (ГНПП), который расположен на северном макросклоне восточной части Кунгей Алатау. Климат резко континентальный с большой амплитудой суточных и годовых температур, преобладанием теплого периода над холодным. Северный макросклон Кунгей Алатау входит в Заилийский округ Северо-Тянь-Шанской геоботанической провинции [1, 2] и распределение растительного покрова здесь носит резко выраженный поясный характер. В названия поясов Б.А. Быков [3] и И.И. Ролдугин [4] ввели доминирующие типы растительности: 1 – низкогорные степи и кустарники (до 1800 м), 2 – лесолуговой (1800-2800 м), 3 – альпийский (2800-800 м).

Материалы и методы. Для уточнения таксономической принадлежности растений проводилась гербаризация образцов. Сбор материала проводился маршрутно-рекогносцировочным и полустационарным методом. Для уточнения таксономической принадлежности растений велась гербаризация образцов. Сбор и обработка гербарного материала осуществлялась по общепринятой методике, обобщенной А.К. Скворцовым [5]. Определение видов проводилось с использованием существующих флористических сводок и определителей [6, 7]. Номенклатура видов, родов и семейств приведена по сводкам С.К. Черепанова [8].

Лучшими работами по изучению флоры Кунгей Алатау считаются публикации А.А. Арыстангалиева [9, 10, 11]. Изучение флоры и растительности на территории Государственного национального природного парка «Кульсайские озера» в июле 1988 г. проводились А.А. Иващенко [12]. В долине реки Кульсай ею были выделены три степных комплекса разнотравно-ковыльно-типчаковые и разнотравно-типчаково-ковыльные; осочково-полынно-дерновиннозлаковые; богаторазнотравно-злаково-типчаковые в сочетании с зарослями кустарников. Нами в период 2020-2023 гг. были обследованы степные сообщества ущелья Саты, и в межгорной долине реки Чилик. Степная зона национального парка приурочена к высотам от 1200 до 1800 м над ур. м. Описание сообществ проводилось на двух площадках, расположенных на разных высотах и разной экспозиционной направленностью.

Результаты исследований. Площадка 1. Межгорная долина р. Чилик. Территория подвержена умеренной пастбищной нагрузке и входит в состав сенокосных угодий. Высота 1200 м над ур. м. кустарниково-разнотравно-злаковое с чием сообщество. Склон северо-восточной экспозиции. Почвы суглинистые, с включениями крупных обломков гранита (10%). Проективное покрытие 100 %. Описание видового состава сообщества проводилось в третьей декаде июня, когда идет активная вегетация видов. Сообщество включает в себя следующие кустарниковые виды: *Spiraea lasiocarpa* Kar. et Kir., *Rosa laxa* Retz., *Caragana leucochloea* Pojark., единичные особи кустарников *Juniperus sabina* L., *Ephedra equisetina* Bunge, с незначительным количеством *Euonymus semenovii* Regel et Herd. Из травянистых видов верхний ярус представлен *Artemisia dracunculus* L., *Neotrinia splendens* (Trin.) Nobis, P. Gudkova et A. Nowak, *Linum heterosepalum* Regel, *Melica transsilvanica* Schur, *Ajania fastigiata* (C. Winkl.) Poljak., *Alfredia acantholepis* Kar et Kir., *Tragopogon songoricus* S. Nikit., *Phlomoides oreophila* Kar. et Kir., *Scabiosa ochroleuca* L. Второй ярус полидоминантен, и в роли доминантов выступают виды: *Koeleria macrantha* (Ledeb.) Schult., *Festuca valesiaca* Gaudin, *Carex polyphylla* Kar. et Kir., *Leontopodium fedtschenkoanum* Beauverd., рассеянно встречаются: *Galium verum* L., *Hieracium verosum* Pall., *Hypericum perforatum* L., *Oryganum vulgare* L. *Euphorbia pachyrriza* Kar. et Kir., *Bupleurum thianschanicum* Freyn., *Erigeron petiolaris* Vierh., *Scorzonera transiliensis* Popov., *Elytrigia repens* (L.) Nevski., *Agropyron cristatum* (L.) Beaub., *Phleum pratense* L., *Kochia prostrata* (L.) Schrud., *Geranium pratense* L., *Medicago lupulina* L., *Achillea millefolium* L., *Salvia deserta* Schangin, *Allium caeruleum* Pall., *Plantago stepposa* Kuprian., *Linum altaicum* Ledeb. ex Juz., *Melandrium suaveolens* (Kar. et Kir.) Schischk., *Thalictrum collinum* Wallr., *Iris sogdiana* Bunge, *Delphinium iliense* Huth, *Tragopogon songoricus* S. A. Nikitin, *Onobrychis tanaitica* Spreng., *Rhinanthus songaricus* (Sterneck) B. Fedtsch. Третий ярус сложен из видов: *Crocus alatavicus* Regel et Sem., *Gagea filiformis* (Ledeb.) Kar. et Kir. и *Corydalis glaucescens* Regel, *Polygala hybrida* DC., *Allium korolkovii* Regel, *Pedicularis alatavica* Stadlm. ex Vved., *Gentiana turkestanorum* Gand., *Tulipa tetraphylla* Regel, *Erigeron pseudoseravschanicus* Botsch., *Iris ruthenica* Ker Gawl., *Thymus marschallianus* Willd., *Orobanche elatior* Sutton. Также в третьем ярусе участвуют почвопокровные виды *Euphrasia bajankolica* Juz., *Scutellaria przewalskii* Juz., *Draba nemorosa* L. В сообщеестве вдоль скотопрогонных троп доминируют такие дерновинно-корневищные виды устойчивые к вытаптыванию как *Artemisia dracunculus*, *Thymus marschallianus, Phleum pratense, Salvia deserta, Medicago lupulina, Iris ruthenica, Achillea millefolium, Ajania fastigiata.* Уменьшается процентное соотношение злаков от общей биомассы которые замещаются ирисом русским. Всего сообщество насчитывает 60 видов из 27 семейств и 56 родов. Наибольшее число видов приходится на семейства Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Liliaceae и Scrophullariaceae.

Площадка 2 ущ. Саты. Высота 1640 м над ур. м. Данная зона входит в сенокосные угодья и подвержена пастбищной нагрузке. Для описания нами был взят степной фитоценоз на склонах с разной экспозиционной направленностью: юго-западный и южный склоны и участок с выположенным рельефом. Микрорельеф сложный, включает участки глинистого склона с мелким щебнем, выходы коренных пород (разрушенных гранитных конгломератов) и относительно пологого участка водораздела. Данная экологическая дифференциация привела к формированию

трех различных по составу и строению растительных сообществ. На склоне юго-западной экспозиции сформировалось аяниево-луково-разнотравное со спиреей сообщество *(рисунок 1)*.



Рисунок 1. Аяниево-луково-разнотравное со спиреей сообщество.

Почвы суглинистые, с включениями щебня различной фракции (25%). Растительный покров хорошо сформирован, проективное покрытие 90%. Опад слабый, имеются незначительные скопления растительных остатков под камнями. В состав сообщества, единично входит кустарник *Spiraea hypericifolia* L. Полукустарничек *Ajania fastigiata* (C. Winkl.) Poljak. выступает в качестве доминанта. Травяной покров трехярусный. Первый ярус составляют следующие виды: *Artemisia gmelinii* Weber ex Stechem, *Allium carolinianum* DC., *Agropyron cristatum* (L.) Beaub., *Eremurus altaicus* (Pall.) Steven, *Melilotus officinalis* (L.) Lam., *Carduus nutans* L., *Seseli schrenkianum* (C.A. Mey. ex Schischk.), *Stipa capillata* L., *Echium vulgare* L., *Aster amellus* L. Второй представлен *Artemisia vulgaris* L., *Poa pratensis* L., *Poa stepposa* (Kryl.) Roshev., *Festuca valesiaca* Gaudin, *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv., *Phleum pratense* L., *Geranium pratense* L., *Orobanche elatior* Sutton, *Hypericum perforatum* L., *Galium verum* L., *Medicago falcata* L, *Cardaria draba* (L.) Desv., *Potentilla orientalis* Juz., *Potentilla evestita* Th.Wolf., *Potentilla virgata* Lehm., *Silene graminifolia* Otth, *Phlomoides speciosa* Rupr., *Dracocephalum ruyschiana* L., *Stipa zalesskii* Wilensky, *Allium korolkowii* Regel, *Vicia cracca* L., *Erysimum hieracifolium* L., *Crepis sibirica* L. Третий ярус слагают *Carex turkestanica* Regel, *Iris ruthenica* Ker Gawl, *Scutellaria przewalskii* Juz., *Euphrasia bajankolica* Juz. Всего сообщество насчитывает 39 видов из 17 семейств и 34 родов. На выположенном участке сформировалось злаково-богаторазнотравное сообщество. Верхний ярус образован из видов: *Phlomoides oreophila* Kar. et Kir., *Senecio nemorensis* L., *Melica transsilvanica* Schur, *Stipa zalesskii* Wilensky, *Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. ex Spach., *Thalictrum minus* L., *Iris sogdiana* Bunge, *Goniolimon eximium* (Schrenk) Boiss., *Rhinanthus songaricus* (Sterneck) B.Fedtsch., *Scabiosa ochroleuca* L., *Salvia deserta* Schang., *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC., *Plantago stepposa* Kupr., *Delphinium iliense* Huth., *Leontopodium fedtschenkoanum* Beauverd., *Alfredia nivea* Kar. et Kir., *Allium caeruleum* Pall. Второй ярус формируют *Thymus marschallianus* Willd., *Euphrasia bajankolica* Juz., *Oxytropis merkensis* Bunge, *Trifolium pratense* L., единично встречаются *Cuscuta epithymum* (L.) L. и *Convolvulus arvensis* L. Также на пологой части водораздела на месте бывшего стойбища имеются заросли *Urtica dioica* L., *Urtica cannabina* L., *Artemisia dracunculus* L., которые занимают 15% площади участка. В небольшом количестве присутствуют такие сорные виды как *Echium vulgare* L., *Carduus nutans* L. Всего сообщество насчитывает 28 видов из 16 семейств и 27 родов. На южном, относительно пологом склоне, сформировалось зизифоро-злаково-разнотравное сообщество. Уклон составляет около 30º, каменистость 30%. Почвенный покров местами нарушен тропами домашнего скота. Проективное

покрытие 70%. Доминантами сообщества являются *Ziziphora clinopodioides* Lam., *Dracocephalum integrifolium* Bunge, *Festuca valesiaca* Gaudin. Верхний ярус образован из видов: *Alfredia acantholepis* Kar et Kir., *Alfredia nivea* Kar. et Kir., *Seseli libanotis* (L.) W.D.J. Koch, *Arctium tomentosum* Mill., *Melilotus officinalis* (L.) Lam., *Carduus nutans* L., *Echium vulgare* L., *Artemisia dracunculus* L. Второй ярус представлен следующими травянистыми видами: *Artemisia gmelinii* Weber ex Stechem *Melica transsilvanica* Schur, *Stipa zalesskii* Wilensky, *Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. ex Spach., *Bupleurum krylovianum* Schischk., *Ajania fastigiata* (C.Winkl.) Poljakov, *Galatella chromopappa* Novopokr., *Hypericum hirsutum* L., *Tulipa heterophylla* (Regel) Baker, *Bromus japonicus* Thunb., *Agropyron pectinatum* M. Bieb. P. Beauv., *Elytrigia repens* (L.) Nevski., *Hypericum perforatum L.*, *Euphorbia pachyrriza* Kar. et Kir., *Erigeron pseudoseravschanicus* Botsch., *Galium verum* L., *Hieracium verosum* Pall., *Tragopogon songoricus* S. Nikit. Третий ярус *Carex turkestanica* Regel. На выходах коренных пород сформировалось сообщество азональной растительности, состоящее из растений – петрофитов: *Ephedra intermedia* Schrenk, *Allium tianschanicum* Rupr, *Sedum ewersii* Ledeb., *Diantus kuschakewiczii* Regel et Schmalh., *Erigeron seravschanicus* M.Pop., *Rhinactinidia limoniifolia* (Less.) Botch., *Rosularia alpestris* (Kar.et Kir.) *Boriss., Asplenium ruta-muraria* L. В роли доминанта выступает *Patrinia intermedia* (Hornem.) Roem. ex Schult.

На данном участке доминируют антропотолерантные виды плохо поедаемые домашними животными – эфироносные *Ziziphora clinopodioides*, *Dracocephalum integrifolium, Ajania fastigiata Artemisia dracunculus, Melilotus officinalis и* колючими труднопоедаемыми видами *Alfredia acantholepis, Carduus nutans* Всего сообщество насчитывает 39 видов из 16 семейств и 36 родов.

Выводы. Таким образом фитоценоз зоны низкогорных степей на высотах 1200 до 1800 м над ур. в зависимости от экспозиции склона и высоты местности над уровнем моря, представлен разными растительными сообществами: кустарниково-разнотравно-злаковое с чием, аяниево-луково-разнотравное со спиреей, злаково-богаторазнотравно, зизифоро-злаково-разнотравное. Так как данные участки расположены в разных экологических условиях (географическое положение, особенности рельефа, ориентация склонов), видовой состав выделенных участков отличается разнообразием. Все описанные степные сообщества сравнительно богаты, их видовая насыщенность колеблется от 28 до 60 видов, принадлежащих к 27 семействам. Ведущими семействами являются Asteraceae, Poaceae, Lamiaceae, Fabaceae. Наибольшим видовым разнообразием характеризуется площадка 1, которая насчитывает 60 видов из 56 рода из 27 семейств. Такая насыщенность видами в первую очередь связана с меньшим антропогенным прессингом и благоприятными условиями (северная экспозиция, позволяющая сохранить больше влаги, высота над ур. м.). Более бедным по флористическому разнообразию характеризуется площадка 2, подверженая повышенному воздействию пастбищной нагрузки. Пастбищный прессинг на степные растительные сообщества проявляется в преобладании биомассы устойчивых к механическому вытаптыванию видов. Такими видами в данных сообществах являются *Iris ruthenica, Ziziphora clinopodioides*, *Dracocephalum integrifolium, Ajania fastigiata, Artemisia dracunculus, Stipa, Carex, Alfredia.* На данном участке происходит изменение видового состава за счет выпадения из растительного покрова видов, неустойчивых к механическому воздействию, сопровождающееся одновременно внедрением более устойчивых сорных видов таких как *Arctium tomentosum, Carduus nutans Echium vulgare,* виды рода *Urtica.*

Список литературы

1. Рубцов Н.И. Ботаническое районирование Северного Тянь-Шаня // Изв. АН КазССР. Сер. Биол. 1955. Вып. 10. С. 3-28.

2. Ботаническая география Казахстана и средней Азии (в пределах пустынной области) / Под ред. Е.И. Рачковкой, Е.А. Волковой, В.П. Храмцова. СПб., 2003. 424 с.

3. Быков Б.А. Еловые леса Тянь-Шаня. Алма-Ата, 1985. 180 с.

4. Ролдугин И.И. Еловые леса Северного Тянь-Шаня (флора, классификация и динамика). Алма-Ата, 1989. 306 с.

5. Скворцов А.К. Гербарий. Пособие по методике и технике. М.: Наука, 1977. С.199.

6. Флора Казахстана. Алма-Ата. Изд-во АН КазССР. 1956-1966. Т. 1-9.

7. Открытый атлас сосудистых растений России и сопредельных стран. URL: http://www.plantarium.ru/ (дата обращения: 22.01.2024).

8. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Русское издание. СПб: Мир и семья, 1995. С. 992.

9. Арыстангалиев С.А. Растительность кормовых угодий Кунгей Алатау в пределах Казахстана: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Алма-Ата, 1955. 13 с.

10. Арыстангалиев С.А. Луговая растительность Кунгей Алатау в пределах Казахстана // Тр. Ин-та бот. АН КазССР. Алма-Ата, 1956. Т. 4. С. 130-175.

11. Арыстангалиев С.А. Сорная растительность кормовых угодий Казахстанской части Кунгей Алатау // Тр. Ин-та бот. АН КазССР. Алма-Ата, 1957. Т. 5. С. 89-115.

12. Иващенко А.А., Ишков Л.Е. Материалы по флоре и растительности национального парка «Көльсай көлдері» // Сб. ст. Научные труды ГНПП «Көльсай көлдері». 2012. Вып. 1. С. 34-70.

УДК 502.57(252.51):614.84
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-968-975

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ПОЖАРОВ В ЮЖНЫХ СТЕПЯХ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ И МУГОДЖАР

SPATIO-TEMPORAL HETEROGENEITY OF FIRES IN THE SOUTHERN STEPPES OF THE NORTHERN CASPIAN AND MUGODZHAR

Павлейчик В.М., Сивохип Ж.Т.
Pavleychik V.M., Sivohip Zh.T.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: vmpavleychik@gmail.com

Аннотация. Выявлены особенности формирования и многолетней динамики травяных пожаров на территории, охватывающей преимущественно южно-степные ландшафты мелкосопочного массива Мугоджары, равнин Северного Прикаспия и Тургая. Выявлена существенная неоднородность пирологических обстановок, выделено три фазы: низкой (1986–2000), высокой (2001–2010) и средней (2011–2021) активности. Сопоставление полученных данных с результатами аналогичных исследований, проведенных авторами ранее по северным степям, свидетельствует о высокой степени сходства в многолетней динамике природных пожаров. Наблюдаемые смены в характере пожароопасных обстановок обусловлены изменениями в интенсивности использования растительных и земельных ресурсов, главным образом – в ходе сельскохозяйственного освоения региона. Одним из факторов пирогенности является видовой состав растительных сообществ и плотность травостоя. Ухудшение пирологической ситуации в южных степях (также, как и в других степных подзонах) стало специфичным региональным откликом на изменившиеся условия.

Ключевые слова: степные пожары, пожароопасная обстановка, многолетняя динамика, Северный Прикаспий, Мугоджары.

Abstract. The features of the formation and long-term dynamics of grass fires in a vast territory covering mainly the southern steppe landscapes of the small-scale Mugodzhar massif, the plains of the Northern Caspian and Turgay are revealed. A significant heterogeneity of the pyrologic conditions under review was revealed, three phases were identified: low (1986–2000), high (2001–2010) and medium (2011–2021) activity. A comparison of the data obtained with the results of similar studies conducted by the authors earlier on the northern steppes indicates a high degree of similarity in the long-term dynamics of wildfires. The observed changes in the nature of fire–hazardous situations are due to changes in the intensity of use of plant and land resources, mainly during the agricultural development of the region. One of the factors of pyrogenicity is the floral composition of plant communities and the density of herbage. The deterioration of the pyrological situation in the southern steppes (as well as in other steppe subzones) has become a specific regional response to the changed conditions.

Key words: steppe fires, fire-hazardous situation, long-term dynamics, Northern Caspian, Mugodzhar.

Введение. Природные пожары, характерные для большинства регионов Земли, представляют собой значимую угрозу безопасности населения, целостности хозяйственных объектов, ресурсному потенциалу, качеству компонентов окружающей среды, устойчивости ландшафтов и экосистем, популяционно-видовой структуре биоты. Особенностью травяных пожаров является быстрое развитие в пространстве и относительно непродолжительное восстановление растительного покрова вплоть до состояния, по которому невозможно с достаточной достоверностью идентифицировать площади горелых территорий геоинформационными способами с использованием спутниковых изображений.

Ранее на примере серии ключевых территорий, расположенных в подзоне северных степей Заволжско-Уральского региона, были выявлены характерные черты многолетней динамики травяных пожаров, доказывающие тесную обусловленность их развития от состояния степных участков [1]. Несмотря на полученные результаты, осталось понимание того, что в других природных условиях (в первую очередь обусловленных широтно-зональными отличиями) и при другой структуре степного природопользования динамика пожаров может существенно отличаться.

Для анализа общности и различий в многолетней динамике природных пожаров Северной Евразии был выбран ключевой участок, располагающийся на стыке средних и южных

степей (согласно [2]) на площади 32,9 тыс. км². Территория охватывает большую часть мелкосопочного массива Мугоджары (Мугалжар) и примыкающие к нему равнинные пространства Северного Прикаспия и Тургая *(рисунок 1)*. Ниже по тексту этот регион мы будем обозначать как Прикаспийско-Мугоджарская ключевая территория.

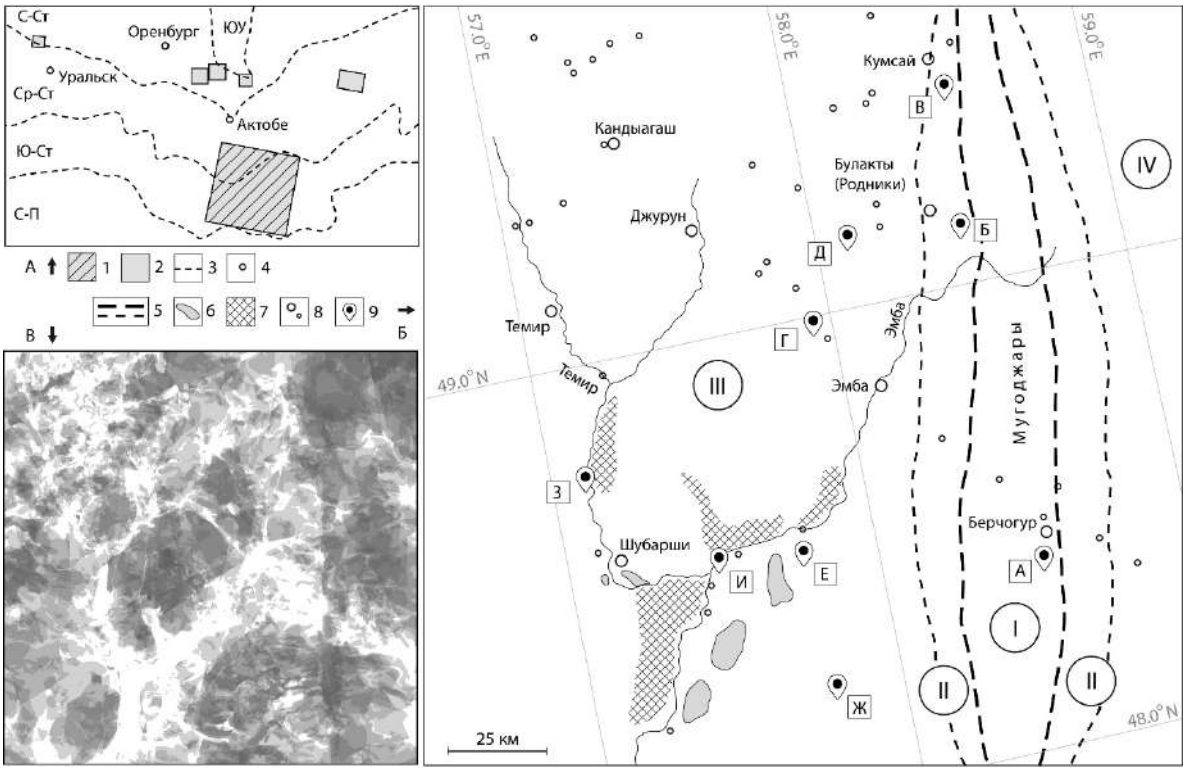


Рисунок 1. Схема расположения Прикаспийско-Мугоджарской ключевой территории и обобщенная информация о распространении природных пожаров: А – обзорная схема; Б – общие сведения о ключевой территории; В – схема накопленных пожаров за 1986-2021 годы.

Условные обозначения: 1 – ключевая территория; 2 – ключевые участки, рассмотренные ранее [Pavleichik, Chibilev, 2018]; 3 – ботанико-географические зональные границы [Зоны и типы..., 1999] (С-Ст – северные степи; Ср-Ст – средние степи; Ю-Ст – южные степи; С-П – северные пустыни; ЮУ – горы Южного Урала); 4 – населенные пункты; 5 – ландшафтно-геоморфологические границы мелкосопочного массива Мугоджар (I), прилегающих к ним макросклонов (II), слабодренируемых денудационных равнин Северного Прикаспия (III) и Тургая (IV); 6 – отводы газоконденсатного месторождения Жанажол; 7 – развеваемые песчаные массивы; 8 – населенные пункты; 9 – места фотофиксации, соответствуют *рисунку 2*.

Основными задачами исследования стало: а) выявление региональных особенностей развития природных пожаров в условиях южных степей; б) определение сходства и различий в многолетней динамике травяных пожаров (в сопоставлении с полученными ранее результатами по северным и средним степям); в) оценка ведущих факторов пространственно-временной неоднородности пожаров; г) выявление особенностей формирования пирологических обстановок в условиях ландшафтного разнообразия территории.

Представляемые материалы и доклад основаны на результатах исследования, опубликованных ранее [3].

Материалы и методы исследования. В качестве основного источника сведений о природных пожарах стали временные серии спутниковых изображений земной поверхности Landsat (1986-2021) и снимки MODIS (2001-2021). Отображение площадей пожаров производилось визуальным дешифрированием. Влияние ландшафтно-ботанического разнообразия, потенциально влияющего на неоднородность распространения пожаров, оценена сопоставлением обобщенной схемы пожаров за 1986-2021 годы с тематическим картографическим материалом и схемами распределения вегетационного индекса NDVI низкого разрешения (MODIS). Сведения о численности и составе поголовья сельскохозяйственного скота приняты по данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому

планированию и реформам Республики Казахстан и Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. Учтены сведения об особенностях геологического строения, пространственной структуре ландшафтов и растительного покрова, содержащаяся в [4]. Значимым дополнением к проведенному исследованию послужило участие авторов в серии экспедицией Института степи УрО РАН в период 2005-2017 годы, охвативших в том числе и рассматриваемую ключевую территорию, что позволило сформировать представление об особенностях ландшафтной структуры и системе природопользования.

Пространственная неоднородность пирогенных обстановок. Одной из гипотез стало предположение о том, что ландшафтное разнообразие Прикаспийско-Мугоджарской ключевой территории и непосредственно связанная с ним неоднородность растительного покрова не могут не влиять на формирование пожароопасных обстановок. Применительно к рассматриваемой территории к наиболее значимым факторам формирования тех или иных исходных растительных сообществ можно отнести степень дренированности территории (способствующая выносу солей из почвенно-грунтового горизонта), гранулометрический и солевой состав почвообразующих пород. Предполагалось, что доминирование и участие представителей семейства злаковых (особенно плотнодерновинных злаков) в составе растительных сообществ может благоприятствовать возникновению возгораний и устойчивому распространению пожаров ввиду высокой степени сомкнутого травяного покрова, пирологической структуры и особенностей накопления сухой растительной массы в виде ветоши и войлока.

К разнотравно-ковыльным зональным степям можно отнести лишь небольшую северо-восточную окраину. Остальная часть принадлежит южным (опустыненным) степям, в целом для которых характерны меньшие показатели продуктивности и сомкнутости растительного покрова, сокращение доли злаков и нарастание роли полыней и кустарничковых форм. На этом фоне возвышенное положение мелкосопочного массива Мугоджар и прилегающих к нему равнин способствует несколько лучшему атмосферному увлажнению и дренированности территории, что, в сочетании с легким гранулометрическим составом покровных отложений, определяет формирование благоприятных условий для произрастания ковыльных степей.

Несомненно, что на общее состояние растительности существенно влияют факторы, связанные с хозяйственной деятельностью и с системой расселения. В совокупности природные условия и антропогенные факторы создают довольно неоднородную пожароопасную обстановку *(рисунок 2)*.

В качестве исходной основы, отражающей особенности дифференциации растительного покрова принята карта растительности [5], содержащая обобщенную информацию о 16 типах растительных сообществ (для рассматриваемой территории). Нумерация сообществ, контуры которых отображены на схеме *(рисунок 3)*, соответствует литературному источнику для удобства при обращении к нему. Для каждого из 22 выделов были рассчитаны площади участков с различным количеством пройденных пожаров за рассматриваемый период, исходя из сводной схемы *(см. рисунок 1, В).* Приведенные диаграммы отражают общий уровень подверженности пожарам и равномерность распределения пожаров в пределах контуров. Ранжирование контуров, соответствующих определенным сообществам, с присвоением степени подверженности пожарам (от I до IV) проведено исходя из доли негоревших территорий от площади каждого из контуров (без земель населенных пунктов и горных отводов газодобывающего предприятия). Этот простейший показатель в большинстве случаев коррелирует с другими возможными вариантами интерпретации полученных данных для целей ранжирования.

Наиболее очевидная взаимосвязь между растительными сообществами и подверженности пожарам отмечается для ландшафтов, изначально характеризующихся отсутствием постоянно сомкнутого растительного покрова. Для рассматриваемой территории таковыми являются крупные очаги развеваемых полузакрепленных песков (массивы Кокжиде, Кумжарган и др.), развитые вдоль правобережья р. *Эмба (соответствуют контурам 54 и 55 на рисунке 3).* Локальные возгорания связаны здесь с локальными или периферийными участками, благоприятными для произрастания сомкнутых псаммофитных травостоев, зарослей кустарников и отдельных групп деревьев – склоны песчаных бугров и межбугровые понижения, придолинные и пойменные участки.

Подтвердилось предположение о повышенной пирогенности сообществ с доминирующим положением плотнодерновинных злаков (ковыль Лессинга) (контуры 35, 61а, 65а, 77а). Но, одновременно, довольно стабильное распространение пожаров наблюдается и в ряде других ландшафтов. К таким можно отнести участки развития бессточных (сезонно

обводненных) западин (контур 132), постоянные возгорания на которых мы связываем с активной сельскохозяйственной деятельностью – здесь располагаются традиционные сенокосы и несколько летних лагерей скота. Аналогичная пожароопасная обстановка наблюдается на довольно обширных слабодренируемых участках приводораздельных пространств, занятых комплексной растительностью с преобладанием полынно-тырсовых и полынно-злаковых сообществ (контуры 53а и 62).

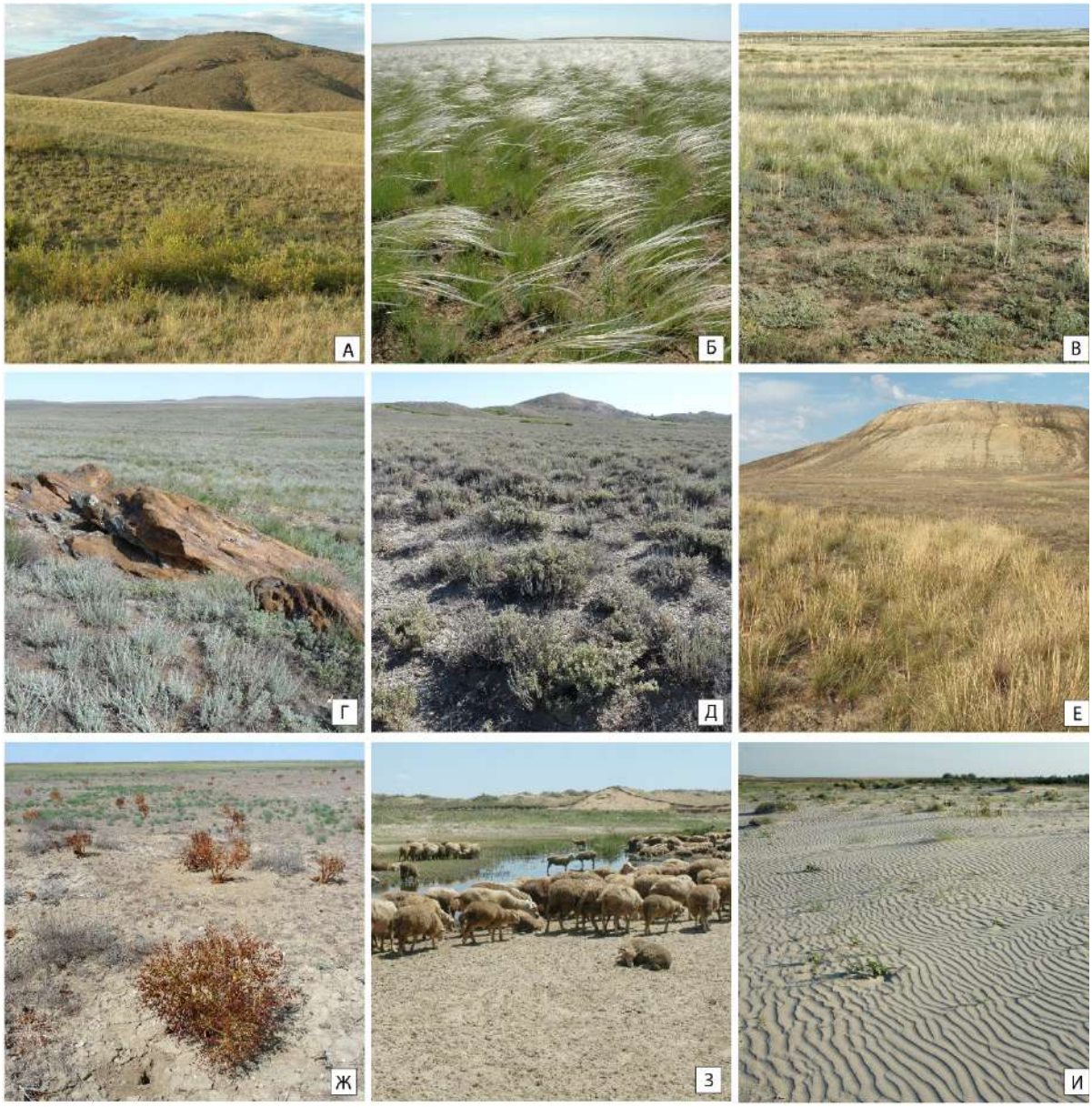


Рисунок 2. Характерные ландшафты и пирологические состояния растительности исследуемой территории (фото В.М. Павлейчик).

Условные обозначения: А – мелкосопочный массив Мугоджары с петрофитноразнотравно-ковылковой растительностью с кустарниками; Б – холмисто-увалистые равнины на дренированных склонах с псаммофитной (разнотравно-перистоковыльной) растительностью в постпирогенном состоянии; В – придолинный ландшафт (р. Шийли) в верховьях р. Орь с лерхополынными сообществами на глинистом субстрате; Г – полынная стадия пастбищной деградации (песчаные почвы); Д – петрофитная кустарничковая степь на щебнистом субстрате; Е – склоновая ландшафтная катена; Ж – сбитое пастбище на водораздельном пространстве с глинистыми засоленными почвами; З – долина сезонного водотока с деградированным растительным покровом в окружении развеваемых песков; И – слабозакрепленные пески в пойме р. Эмба.

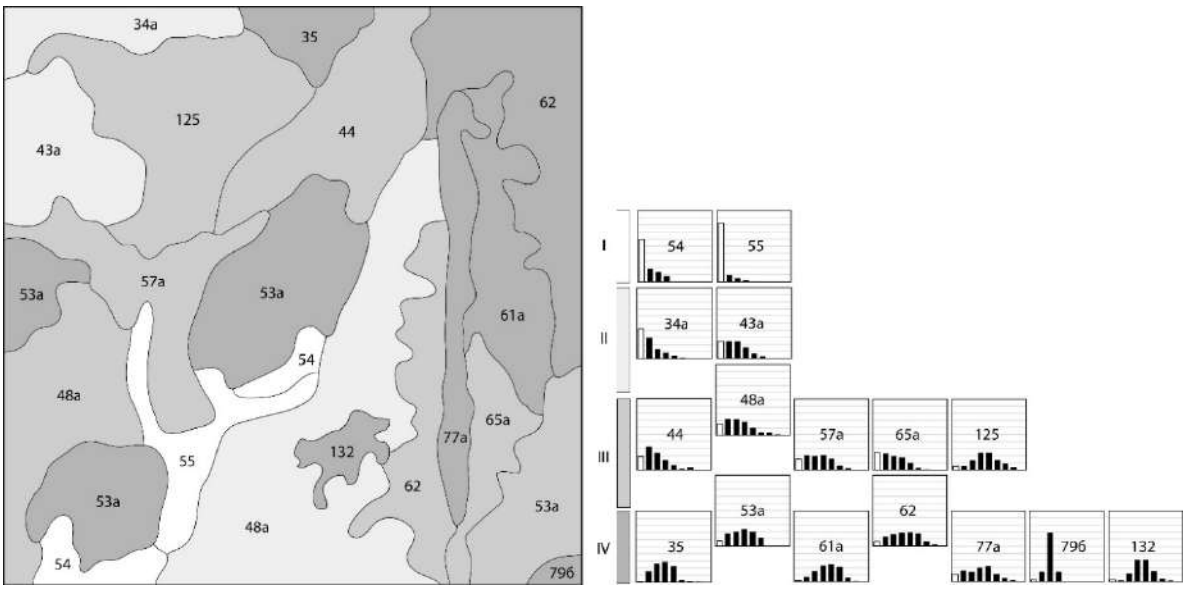


Рисунок 3. Дифференциация территории по степени подверженности пожарам применительно к растительным сообществам. Графики распределения площадей (ось Y, доли площади контуров, шкала от 0 до 100%), подверженных различному количеству повторяющихся пожаров (ось X, столбцы белого цвета – не горевшие, столбцы черного цвета – горевшие, от 1 до 8 раз).

Условные обозначения: СТЕПЕНЬ ПОДВЕРЖЕННОСТИ ПОЖАРАМ (по доли негоревших территорий): I – 50–100%; II – 25–50%; III – 10-25%; IV – 0–10%.

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ (согласно [Растительность..., 2010], нумерация соответствует источнику):

Степи. Равнинные разнотравно-ковыльные степи: *34а – пахотные земли на месте типчаково-ковылковых, грудницево-типчаково-ковылковых; 35 – ромашниково-ковылковые и ломкоколосниковые; 43а – полынно-типчаково-тырсовые со спиреей; 44 – типчаково-тырсовые и псаммофитнодерновинно-злаковые*. Равнинные полынно-ковыльные степи: *48а – лерхополынно-тырсиковые; 53а – полынно-тырсовые; 54 – полынно-песчаноковыльные; 55 – овсяницевые, песчаноковыльные и кустарниковые сообщества*. Мелкосопочные разнотравно-ковыльные степи: *57а – разнотравно-тырсово-типчаковые и разнотравно-злаково-кустарниковые; 61а – лессинговополынно-тырсиковые, типчаково-ковылковые, петрофитно-разнотравные и спирейно-тырсовые; 62 – галопетрофитные полынно-злаковые и многолетнесолянковые*. Мелкосопочные полынно-ковыльные: *65а – лессинговополынно-тырсиковые*. Горные разнотравно-ковыльные и сухие типчаково-ковыльные: *77а – лессинговополынные, петрофитноразнотравные и тырсовые в сочетании с березовыми лесами*.

Пустыни. Равнинные северные пустыни: *79а – комплексные мятликово-лерхополынные, чернополынные и биюргуновые*.

Галофитная растительность: 125 – кокпековые, шренкиановополынные и чернополынные, местами в сочетании с галофитно-сочносолянковыми сообществами

Растительность долин рек, озер и водохранилищ (в равнинных степях): 132 – ряды сообществ: *кустарниковые заросли – галофитные ситниково-злаковые с кермеком луга в сочетании с болотницево-клубнекамышево-тростниковыми травяными болотами и многолетнесолянковые в комплексе с чернополынными сообщества*.

Заметим, что рассмотренные выше крайние (минимальные и максимальные, I и IV) уровни подверженности пожарам во многом достигаются пространственной однородностью в периодичности пожаров. В то время как средний уровень подверженности пожарам (II и III) для части контуров складывается как ввиду объективно меньшей подверженности пожарам (пирологические качества растительности), так и в результате разнообразия пожароопасных обстановок, прямо или косвенно связанных с хозяйственной деятельностью. Применительно к территории исследования к последним можно отнести: а) довольно обширные зоны деградации растительного покрова вокруг населенных пунктов и вдоль водотоков; б) территории, прилегающие к объектам хозяйственной инфраструктуры, на которых, несомненно, проводятся противопожарные мероприятия; в) локальные земледельческие районы на северо-западе рассматриваемой территории.

Применительно к мелкосопочному массиву Мугоджар зафиксирована зависимость частоты прохождения пожаров от условной плотности травостоя (по вегетационному индексу NDVI). Выявлено существование различий в плотности травостоя для макросклонов мелкосопочника. Склон восточной экспозиции ввиду большей затененности характеризуется как повышенной плотностью растительных сообществ (в том числе за счет зарослей степных кустарников и отдельных групп деревьев), так и заметно более высокой подверженностью пожарам, чем склон западной экспозиции. Для остальной равнинной территории явной зависимости между пирогенностью и плотностью травостоя не наблюдается.

Резюмируя вышесказанное, можно сделать предварительное заключение о том, что использование за основу контуров из карт растительности среднего и мелкого масштаба обоснованно и дает общее представление о степени пирогенности тех или иных сообществ, занимающих контрастные ландшафтные местоположения. Одновременно следует учитывать ряд важнейших факторов, влияющих на возникновение и частоту прохождения пожаров, связанных с хозяйственной деятельностью человека и в целом освоенностью территорий.

Региональные особенности многолетней динамики пожаров. Как уже отмечалось выше, представляемые материалы и доклад основаны на результатах исследования [3], в связи с чем раздел, посвященный региональным особенностям многолетней динамики пожаров приведем аннотированно.

1. Нами получено подтверждение коренной смены пожароопасных обстановок за рассматриваемый период. В 1980-1990-е годы природные пожары были довольно редким и локальным явлением. Начиная с 2001 г. до 2010 г. наблюдается период аномально высоких показателей по пожарам, как в количественном, так и в площадном отношениях. Последний период (2011-2021) начался с серии холодных и дождливых лет, что привело к резкому сокращению развития пожаров. Но и в дальнейшие, даже аномально жаркие и засушливые годы (к примеру, 2021 год), развитие пожаров не достигало значений предшествующего периода.

2. Характерной чертой в многолетней динамике пожаров является высокая межгодовая неоднородность показателей, особенно проявленная в период активизации пожарных явлений (2001-2010). Ход значений приобретает высокоамплитудный характер, при котором площади гарей в смежные годы различаются в 2-3 и более раз.

3. Сопоставление полученных результатов с предшествующими исследованиями [1] позволило сделать вывод о степени общности и различиях в формировании определенных пожароопасных обстановок в многолетнем и региональном аспектах. Результаты оценки тесноты связей между рядами данных по динамике пожаров в северных и средних степях и по Прикаспийско-Мугоджарской территории свидетельствуют о том, что тенденции в многолетней динамике природных пожаров в целом однотипны, что может быть объяснено лишь схожестью в состояниях травянистых экосистем. В числе отличий можно указать несколько более раннее и постепенное начало активизации пожаров в северных и средних степях, меньшую выраженность периода максимальных значений и последующего периода спада. Использование в расчетах краткосрочно-усредненных (скользящих средних) показателей позволило снизить вариабельность значений, обеспечило получение представлений о направленности в динамике пожаров и позволило обоснованно сопоставить результаты по различным географическим регионам. Несмотря на определенные различия в природных и социально-экономических условиях сравниваемых регионов, в развитии природных пожаров наблюдается общие однонаправленные тенденции. Это важный этап исследования, позволяющий далее прояснить причины выявленной неоднородности в многолетней динамике степных пожаров.

4. Неоднократно установлено, что наиболее обоснованной причиной многолетней неоднородности пирологических обстановок в степных регионах являются изменения в степени пастбищной нагрузки. Применительно к степям и пустыням Северной Евразии такие выводы получены для Черных Земель [6, 7], Нижнего Поволжья [8, 9], Заволжья и Южного Урала [1], областей Казахстана [10, 11] и др.

Сопоставление данных по Мугалжарскому району, Актюбинской области и в целом по Республике Казахстан показывает на высокую тесноту связей (коэффициент корреляции более 0,9), что свидетельствует об единообразии многолетней динамики и отсутствии значимых региональных особенностей. В связи с этим была проанализирована динамика поголовья крупного рогатого скота, коз и овец, лошадей в Актюбинской области, данные по которой с одной стороны максимально приближены к региону исследования, а с другой – имеют относительно полноценный ряд данных. Высокая межгодовая неоднородность рядов по пожарам

в сочетании с запаздыванием начала резкой активизации пожаров из-за периода восстановления деградированного ранее растительного покрова не позволяет получить значимые статистические подтверждения взаимосвязи простым сопоставлением. Это было решено расчетом последовательных усреднений (скользящее среднее от 2 до 6 лет), каждое из которых усиливало значимость коэффициента корреляции. Такой подход в сочетании со сдвигом данных на 8 лет (1993 – последний год максимальных показателей поголовья, 2001 – год резкой активизации пожаров) позволили достичь значимых соответствий – коэффициенты корреляции составили 0,89 (по поголовью крупного рогатого скота) и 0,73 (по поголовью овец и коз). Таким образом, очередной раз считаем доказанным, что главным фактором формирования пожароопасных обстановок является интенсивность использования сельскохозяйственных угодий, применительно к рассматриваемой территории – поголовье выпасаемого скота.

5. Последний 11-летний период (2011-2021) с пониженными показателями развития пожаров является, пожалуй, наиболее интересным и необъяснимым в плане выявления причин формирования такой пожароопасной обстановки. С 1998-1999-х годов наблюдается относительно стабильный рост поголовья выпасаемого скота, но его уровень еще крайне далек до максимальных показателей. При этом совершенно очевидным является повышение аномальности основных метеорологических показателей, как по величине, так и по частоте проявления; в этот период отмечались как аномально холодные и дождливые, так и экстремально жаркие и засушливые годы. Такое чередование ранее мы считали благоприятным для поддержания высокого уровня пирогенности, исходя из того, что во влажные годы растительность активно вегетирует, создавая основу для пожаров в последующие жаркие и засушливые годы. Но такого фактически не наблюдалось. Одной из немногих сходных черт развития пожаров в последние 11 лет, по сравнению с предшествующим периодом максимальных значений, является обширность их распространения.

Заключение. Пирологическая обстановка в степях Северной Евразии и на сопредельных территориях весьма неоднородна и складывается из множества взаимосвязанных природных и антропогенных факторов. Вместе с тем, что в странах, охватывающих европейско-зауральский сектор степей Северной Евразии (в первую очередь Россия и Казахстан), несмотря на специфику их географического положения и структуры сельскохозяйственного производства, между многолетними рядами наблюдается теснейшая взаимосвязь. Это позволяет предполагать наличие определенной общности в формировании пожароопасных обстановок на макрорегиональном уровне, в том числе и для постсоветских стран Средней Азии. Учитывая значимость связей между многолетней динамикой развития пожаров и показателями сельскохозяйственного производства, считаем доказанным, что главными факторами формирования пожароопасных обстановок является интенсивность использования сельскохозяйственных угодий и степень освоенности региона. Практически все остальные предполагаемые, прямые и опосредованные, факторы возникновения и распространение пожаров как правило не находят подтверждения, во всяком случае статистическими методами.

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 23-27-00134 «Природные пожары в степных регионах Евразии как индикатор природных и социально-экономических изменений»

Список литературы

1. Павлейчик В.М., Чибилёв А.А. Степные пожары в условиях заповедного режима и изменяющегося антропогенного воздействия // География и природные ресурсы. 2018, № 3. С. 38-48.

2. Зоны и типы растительности России и сопредельных территорий. Масштаб 1:8 000 000 / Отв. редактор Г.Н. Огуреева. М.: Геогр. факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, СПб: Ботанический ин-т им. В.Л. Комарова. М, 1999.

3. Павлейчик В.М., Сивохип Ж.Т. Многолетняя динамика пожаров в южных степях Северного Прикаспия и Мугоджар // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». 2023. Т.44. С. 88-106.

4. Национальный атлас Республики Казахстан. Т. I. Природные условия и ресурсы. Алматы, 2010. 150 с.

5. Волкова Е.А., Огарь Н.П., Рачковская Е.И., Садвокасов Р.Е., Храмцев В.Н. Растительность. Карта масштаба 1:5000000 // Национальный атлас Республики Казахстан. Т. I. Природные условия и ресурсы. Алматы, 2010. С. 110-113.

6. Dubinin M., Potapov P., Lushchekina A., Radeloff V. Reconstructing long time series of burned areas in arid grasslands of southern Russia by satellite remote sensing // Remote Sensing of Environment. 2010. Vol. 114. P. 1638-1648.

7. Dubinin M., Lushchekina A., Radeloff V. Climate, Livestock, and Vegetation: What Drives Fire Increase in the Arid Ecosystems of Southern Russia? // Ecosystems. 2011. Vol. 14. P. 547-562. DOI: 10.1007/s10021-011-9427-9/.

8. Шинкаренко С.С., Дорошенко В.В., Берденгалиева А.Н. Динамика площади гарей в зональных ландшафтах юго-востока европейской части России // Известия РАН. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 122-133.

9. Шинкаренко С.С., Иванов Н.М., Берденгалиева А.Н. Пространственно-временная динамика выгоревших площадей на федеральных ООПТ юго-востока Европейской России // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2021. Т. 6. № 3. С. 23-44.

10. Freitag M., Kamp J., Dara A. Kuemmerle T., Sidorova T.V., Stirnemann I.A., Velbert F., Hölzel N. Post-Soviet shifts in grazing and fire regimes changed the functional plant community composition on the Eurasian steppe // Global Change Biology. 2020. P. 1-14.

11. Dara A., Baumann M., Hölzel N., Hostert P. Post-Soviet Land-Use Change Affected Fire Regimes on the Eurasian Steppes // Ecosystems. 2020.No. 23. P. 943-956.

УДК 502.57(252.51): 614.84
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-976-980

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРАВЯНЫХ ПОЖАРОВ В АНОМАЛЬНО ЖАРКИЕ И ЗАСУШЛИВЫЕ ГОДЫ (НА ПРИМЕРЕ УРАЛО-КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА)

FEATURES OF THE SPREAD OF GRASS FIRES IN ABNORMALLY HOT AND DRY YEARS (USING THE EXAMPLE OF THE URAL-CASPIAN REGION)

Павлейчик В.М., Языкбаев Э.Р., Сивохип Ж.Т., Падалко Ю.А.
Pavleychik V.M., Yazykbayev E.R., Sivohip Zh.T., Padalko Yu.A.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: orensteppe@mail.ru

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена необходимостью формирования представления о предпосылках и тенденциях развития пожаров на фоне изменений в региональном климате, сопровождающихся усилением его аномальности. Основным методологическим подходом к решению поставленных задач стало выявление особенностей возникновения и распространения природных пожаров в отдельные аномально жаркие и засушливые годы, отмечавшиеся в Урало-Каспийском регионе – 2010 и 2021 гг. Выявлены особенности сезонного развития пожаров за пожароопасные периоды рассматриваемых лет в целом по региону и с учетом его природно-зональной неоднородности. Полученные данные свидетельствуют о преимущественно сельскохозяйственной природе возгораний. Аномально жаркие и засушливые годы существенно не выделялись по степени горимости степных и пустынных ландшафтов; исключением стало обширное распространение пожаров в лесных и лесостепных низкогорьях Южного Урала в 2021 году. Отсутствие статистически значимых взаимосвязей между показателями является свидетельством того, что погодные условия, хоть и формируют условия пожароопасности, но не являются определяющими для их реализации. Поэтому внедрение действенных методов управления обстановками способно минимизировать уровень пирогенных воздействий на степные экосистемы, сократить угрозы причинения ущерба и обеспечить безопасность населения.

Ключевые слова: пожароопасная обстановка, природные пожары, метеорологические аномалии.

Abstract. The relevance of the study is due to the need to form an idea about the prerequisites and trends of fire development against the background of changes in the regional climate, accompanied by an increase in its anomaly. The main methodological approach to solving the tasks set was to identify the features of the occurrence and spread of wildfires in certain abnormally hot and dry years observed in the Ural-Caspian region – 2010 and 2021. The features of the seasonal development of fires during the fire-hazardous periods of the years under consideration in the region as a whole and taking into account its natural-zonal heterogeneity are revealed. The data obtained indicate the predominantly agricultural nature of the fires. Abnormally hot and dry years did not significantly stand out in terms of the degree of burning of steppe and desert landscapes; the exception was the extensive spread of fires in the forest and forest-steppe lowlands of the Southern Urals in 2021. The absence of statistically significant relationships between the indicators is evidence that weather conditions, although they form fire hazard conditions, are not decisive for their implementation. Therefore, the introduction of effective environmental management methods can minimize the level of pyrogenic effects on steppe ecosystems, reduce the threat of damage and ensure the safety of the population.

Key words: fire-hazardous situation, natural fires, meteorological anomalies.

Введение. Природные пожары представляют собой актуальную угрозу экологической и экономической безопасности, в связи с чем проблема выявления предпосылок и закономерностей их развития несомненно представляет научный и практический интерес. В географических регионах с преобладанием травянистых биомов, к каковым относятся лесостепи, степи и пустыни Северной Евразии, условия и причины возникновения и развития природных пожаров, уровень пирогенного воздействия и особенности постпирогенного состояния заметно отличаются от таковых на залесенных территориях. Термин «пожарная обстановка» в отношении природных пожаров в научной литературе и в нормативных ведомственных документах как правило относится к оценке метеорологических условий возникновения и распространения огня. Вместе с тем, результаты исследований по лесостепям, степям и пустыням Северной Евразии свидетельствуют о том, что условия пожарной опасности не ограничиваются лишь

метеоусловиями [1-5]. Более того, однозначно выявлено, что важнейшие изменения в пожарном режиме стали следствием сокращения сельскохозяйственной нагрузки и активного восстановления растительного покрова [1, 6-9]. Практически повсеместно в земледельческих районах сохраняется практика использования огня в сельскохозяйственных целях, служащая одной из причин возникновения природных пожаров.

За 1985-2021 гг. (совместный период сопоставляемых данных по динамике пожаров и метеорологических условий) наиболее жаркими и засушливыми по среднемесячным значениям в рассматриваемом регионе можно считать 1995, 1996, 1998, 2010, 2014 и 2021 годы. Из них 2 года, 2010 и 2021, по многим метеопоказателям являются абсолютно аномальными за всю историю наблюдений. Аномальные значения температур и показателей атмосферного увлажнения в эти два года были отмечены, как минимум, для всей северной части Евразийского континента. Осознавая не столь явную роль погодных условий в развитии пожаров, в качестве основного подхода к проведенным исследованиям стал выбор двух рекордно аномальных жарких и засушливых лет (2010 и 2021), по которым были обобщены и проанализированы показатели, отражающие особенности формирования и реализации пожароопасной обстановки в контексте метеорологических условий. Анализ проведен применительно к обширному Урало-Каспийскому региону.

Исследование причин пространственно-временной изменчивости показателей развития природных пожаров имеет научно-методологический и практический интерес. Результаты проведенных ранее исследований позволяют констатировать, что в последние десятилетия пирогенное воздействие стало одним из ведущих факторов развития степных экосистем. Одновременно не вызывают сомнений выводы специалистов о трансформации глобального и региональных климатов, усилении его аномальности на фоне роста температур и перестройки циркуляционных процессов в атмосфере [10, 11]. Все эти преобразования несомненно будут способствовать формированию несвойственных пожароопасных обстановок и активизации пожарных явлений, что, в свою очередь, может привести к трансформации и ослаблению устойчивости степных экосистем, ухудшению качества окружающей среды, усилению рисков возникновения чрезвычайных ситуаций и угроз безопасности населения.

Представляемые материалы и доклад основаны на результатах исследования [5].

Объект и методы исследования. В работе были использованы метеорологические данные из открытого доступа ВНИИГМИ – Мирового центра данных по 22 метеостанциям (МС) *(рисунок 1)*. При выборе МС, при анализе метеоданных и показателей распространения природных пожаров мы исходили из широтно-зональной неоднородности рассматриваемой территории и во многом обусловленными ею сменами в структуре использования земельных ресурсов и, в меньшей степени, в освоенности населением. Общая площадь региона составляет 2,6 млн км², из них зональные лесостепи занимают около 10% (0,27 млн км²), степи – 41% (1,07 млн км²), пустыни – 28% (0,75 млн км²); горные лесные и лесостепные ландшафты Урала – 3,5% *(рисунок 1)*.

Источниками сведений по природным возгораниям в данном исследовании стали архивы данных по тепловым аномалиям (термоточкам) и сгоревшим территориям FIRMS (геоинформационные продукты MCD14ML и MCD64A1, соответственно). Минимизация влияния пространственной неоднородности в распределении атмосферных осадков была реализована посредством формирования выборки данных по развитию пожаров в границах окружностей с диаметром 100 км (площадь каждой 7853,9 км²) *(рисунок 1).*

Результаты и их обсуждение. Метеорологические показатели, характеризующие степень аномальности рассматриваемых лет приведены ниже *(таблица 1)*.

Совокупные годовые показатели распространения пожаров традиционно повышаются с севера на юг. Так, в зауральской части Урало-Каспийского региона в 2010 году средняя площадь одного пожара в лесостепях и северных степях составляла 3,7 км², в средних степях 24,8 км², в южных степях достигала максимума – 54,8 км². Южнее, в связи со слабой освоенностью региона, этот показатель снижается – 20,7 км² в северных, 2,0 км² в средних и 2,7 км² в южных пустынях. Доля сгоревшей площади от общей площади подзон в этот год составила, соответственно, 3,24 → 2,74 → 10,22 → 7,07 → 1,12 → 0,14 → 0,01%.

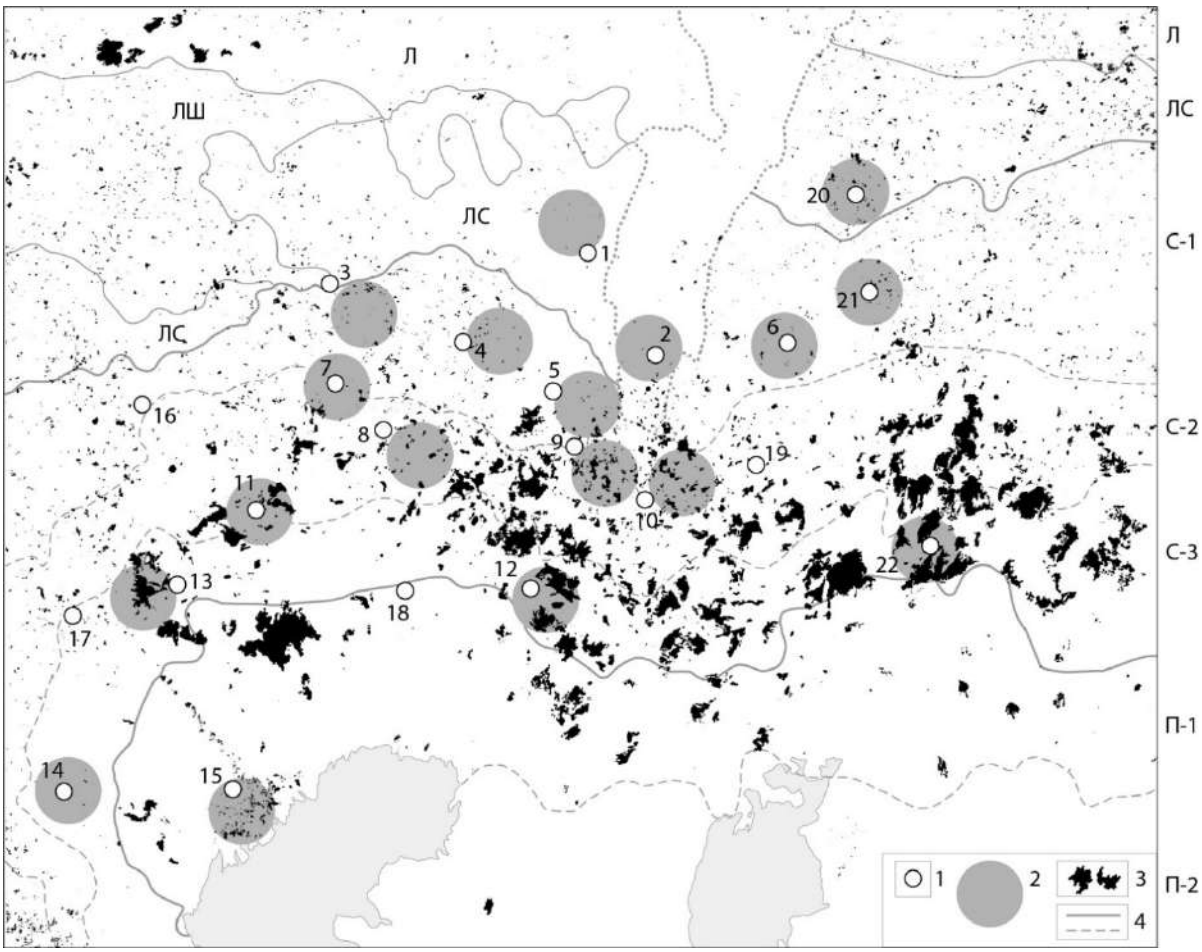


Рисунок 1. Расположение метеостанций. Распространение пожаров в 2010 году.

1 – метеостанции (№№ на карте – 1 – Стерлитамак; 2 – Зилаир; 3 – Самара; 4 – Сорочинск; 5 – Оренбург; 6 – Бреды; 7 – Перелюб; 8 – Уральск; 9 – Акбулак; 10 – Актобе; 11 – Александров Гай; 12 – Уил; 13 – Эльтон; 14 – Элиста; 15 – Астрахань; 16 – Саратов; 17 – Волгоград; 18 – Тайпак; 19 – Домбаровский; 20 – Троицк; 21 – Костанай; 22 – Тургай); 2 – ареалы для выборки данных по пожарам, приближенные к расположению МС; 3 – площади пожаров 2010 г.; 4 – границы природных зон и подзон – зона тайги, подзона подтайги (Л); зона широколиственных лесов (ЛШ); лесостепная зона (ЛС); степная зона – северные степи (С-1); средние (сухие) степи (С-2); южные (опустыненные) степи (С-3); пустынная зона– северные пустыни (П-1); средние пустыни (П-2).

Таблица 1

Основные метеорологические показатели пожароопасных периодов

Показатель	2010	2021	За период 2001-2021 годы		
			max	min	среднее
Количество дней с Т +30°С и выше	81	79	81 (2010)	26 (2002, 2003)	46,8
Количество волн тепла за летний период	11	10	11 (2010, 2014)	4 (2002)	7,6
Средняя продолжительность одной волны, дней	7,4	7,9	10,8 (2016)	3,7 (2003)	6,3
Абсолютный максимум Т, °С	38,1	40,8	40,8 (2021)	36,3 (2004)	38,5
Сумма максимальных суточных температур, °С	2797,3	2711,5	2797,3 (2010)	857,8 (2002)	1561,0
Значение ГТК	0,17	0,26	0,92 (2003)	0,17 (2010)	0,51
Количество дней с среднесуточной Т ≥ +10°С	153	153	173 (2005, 2012)	137 (2006)	153,4

Площадные показатели развития пожаров на большей части территории были несколько выше (2010) и ниже (2021) среднемноголетних (2001-2021) значений. Ниже, *на рисунке 2*, показан посуточный ход отклонений количества тепловых аномалий за 2010 и 2021 годы относительно среднемноголетних показателей применительно к подзонам степной зоны. Важно отметить, что в целом за рассматриваемый период пожарная обстановка была неоднородной и складывалась из двух фаз – 2001-2010 гг. с повышенной и 2011-2021 гг. с пониженной активностью пожарных явлений. Исходя из этого, 2010 г. даже не достигал средних значений относительно периода 2001-2010 гг. Сам факт снижения площадей пожаров в отдельных регионах требует анализа и осмысления, одним из относительно объективных предположений является возможная связь с очередным ростом освоения сельскохозяйственных угодий в сочетании с серией относительно влажных лет (2011, 2013, 2016) в начале второй фазы.

Практически единственным свидетельством соответствия неблагоприятных пожароопасных обстановок и их реализации в виде пожаров стало резкое увеличение количества и площади пожаров в 2010 и 2021 годы в горнолесных и предгорных лесостепных районах Южного Урала. Среднее значение ГТК (МС Зилаир) за 1985-2021 годы составило 0,86, тогда как в отдельные засушливые годы (1995, 1998, 2010, 2012, 2021) не превышало и половины от среднего, от 0,36 до 0,43. Тем не менее, именно в 2021 году отмечалось повсеместное развитие крупных пожаров в лесных массивах Заволжья, Южного Урала и Зауралья, в том числе охраняемых – так, практически полностью выгорел Джабык-Карагайский бор (памятник природы), возникали реальные угрозы для Бузулукского бора (национальный парк) и горно-лесостепного хребта Шайтан-тау (государственный заповедник).

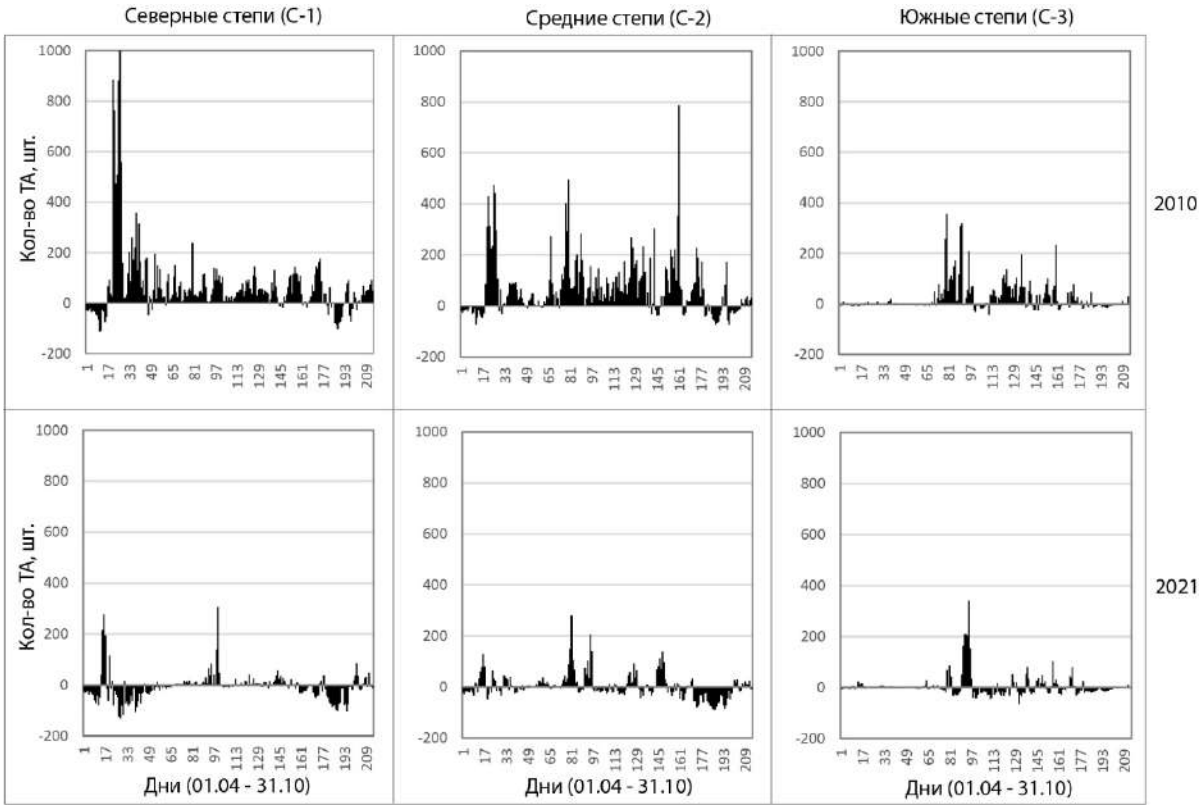


Рисунок 2. Отклонение посуточного количества тепловых аномалий (ТА) от среднемноголетних значений (2001-2021) по подзонам степной зоны в 2010 и в 2021 годах.

Естественно, что такая обширная территория крайне неоднородна, как в климатическом отношении, так и в аспекте метеорологических условий отдельных лет. В этой связи по 20 МС, расположенным в различных природных зонах, подзонах и географических областях региона были рассчитаны посуточные значения комплексного показателя пожарной опасности (КППО) и сопоставлены с данными, отражающими активность развития пожаров (тепловые аномалии в пределах окружностей диаметром 100 км). Результаты проведенного исследования показывают, что прямой и отчетливо выраженной взаимосвязи между метеорологическими показателями пожароопасности и собственно развитием пожаров не наблюдается. Во многом это может быть

обусловлено тем, что: а) возникновение пожаров имеет в целом стохастический характер; б) использование огня в сельскохозяйственных целях до сих пор остается одним из традиционных элементов степного природопользования; в) в аномально засушливые периоды, возможно, повышается действенность комплекса противопожарных мероприятий и осознание населением необходимости выполнения требований противопожарной безопасности. Эти и другие факторы способны нивелировать роль метеоусловий в развитии пожаров, даже в условиях экстремально жарких и засушливых лет.

Заключение. Отсутствие статистически значимых взаимосвязей между рассмотренными показателями является свидетельством того, что погодные условия во многом определяют условия пожароопасности, а вот их реализация (возникновение и распространение пожаров) подчиняется множеству других природных и антропогенных факторов. Полученные результаты дают возможность предполагать, что угрозы ухудшения пожароопасных ситуаций со стороны метеоклиматических условий не столь очевидны. Поэтому внедрение действенных методов управления обстановками способно минимизировать уровень пирогенных воздействий на степные экосистемы, сократить угрозы причинения ущерба и обеспечить безопасность населения.

Список литературы

1. Dubinin M., Lushchekina A., Radeloff V. Climate, Livestock, and Vegetation: What Drives Fire Increase in the Arid Ecosystems of Southern Russia? // Ecosystems. 2011. Vol. 14. P. 547-562. DOI: 10.1007/s10021-011-9427-9.

2. Zong X, Tian X, Yin Y. Impacts of Climate Change on Wildfires in Central Asia // Forests. 2020. Vol. 11. No 8. P. 802. DOI: 10.3390/f11080802.

3. Pavleichik V.M. Current climate trends and meteorological conditions for the formation of fire-hazardous situations in the Ural-Caspian region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 817. P. 012082. https://doi.org/10.1088/1755-1315/817/1/012082.

4. Xu Y., Lin Z., Wu C. Spatiotemporal Variation of the Burned Area and Its Relationship with Climatic Factors in Central Kazakhstan // Remote Sensing. 2021. Vol. 13 No 2. P. 313. DOI: 10.3390/rs13020313.

5. Павлейчик В.М., Языкбаев Э.Р., Сивохип Ж.Т., Падалко Ю.А. Особенности формирования и реализации пожароопасных обстановок в Урало-Каспийском регионе в аномально жаркие и засушливые годы // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». 2023. Т. 43. С. 62-78. DOI: 10.26516/2073-3402.2023.43.62.

6. Pavleichik V.M., Chibilev A.A. Steppe Fires in Conditions the Regime of Reserve and Under Changing Anthropogenic Impacts // Geography and Natural Recourses. 2018. Vol. 39. No. 3. P. 212-221. https://doi.org/10.1134/S1875372818030046.

7. Dara A., Baumann M., Hölzel N. et al. Post-Soviet Land-Use Change Affected Fire Regimes on the Eurasian Steppes // Ecosystems. 2020. Vol. 23. No 3. DOI: 10.1007/s10021-019-00447-w.

8. Шинкаренко С.С., Дорошенко В.В., Берденгалиева А.Н. Динамика площади гарей в зональных ландшафтах юго-востока европейской части России // Известия РАН. Серия географическая. 2022. Т. 86. №1. С. 122-133. DOI: 10.31857/S2587556622010113.

9. Shinkarenko S.S., Berdengalieva A.N., Doroshenko V.V., Naichuk Ya.A. An analysis of the dynamics of areas affected by steppe fires in Western Kazakhstan on the basis of Earth remote sensing data // Arid ecosystems. 2023. Vol. 13. No 1. P. 29-38. DOI: 10.1134/S2079096123010122.

10. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. СПб: Росгидромет, 2022. 676 с.

11. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / IPCC. 2021. 2391 p. DOI:10.1017/9781009157896.

УДК 574.42: 470.324 (1-924.85)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-981-986

ВИДЫ-КОНКУРЕНТЫ НА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЗАЛЕЖАХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ (ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ)

COMPETING SPECIES ON DIFFERENT AGES DEPOSITS IN THE FOREST-STEPPE ZONE (VORONEZH REGION)

Панкратова Л.А.
Pankratova L.A.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

E-mail: l.pankratova@spbu.ru

Аннотация. Конкуренция в растительных сообществах изучается на разных уровнях уже длительное время. Тема внутривидовой и межвидовой конкуренции актуальна в связи с индивидуальностью и локальностью данного феномена. В статье рассматриваются конкурентные отношения как внутривидовые, так и межвидовые на разных этапах восстановления степной растительности. Особое внимание уделено конкурентным отношениям между видами в условиях полного снятия антропогенной нагрузки и самостоятельного восстановления растительного покрова. В основу статьи положены результаты 27-летних исследований автора по изучению постагрогенных сукцессионных смен на территории музея-заповедника «Дивногорье».

Ключевые слова: сукцессии, восстановление степей, биологическое разнообразие, виды-конкуренты, жизненные стратегии, смены растительности, сукцессионный ряд, биогеоценоз, конкуренция, лесостепная зона.

Abstract. Plant communities competition has been studied at different levels for a long time. Intraspecific and interspecific competition topic is relevant in connection with the individuality and locality of this phenomenon. The article deals with competitive relations both intraspecific and interspecific at different stages of steppe vegetation restoration. Special attention is paid to the competitive relations between species in the conditions of anthropogenic load complete removal and independent restoration of vegetation cover. The article is based on the results of the author's 27-year research studying of postagrogenic succession shifts on the territory of the Divnogorye Museum-Reserve.

Key words: succession, steppes restoration, biological diversity, competing species, life strategies, vegetation changes, succession series, biogeocenosis, competition, forest-steppe zone.

Введение. Изучением конкуренции в растительном покрове занимаются ученые уже не одно столетие. Этим вопросом занимался Ч. Дарвин [1], чьи работы широко известны и его, в то время метафорическое выражение «Борьба за существование», тесно связаны с понятием «естественного отбора». В книге И.И. Мечникова «О дарвинизме» [2] говорится: «понятие о борьбе и термин «борьба за существование» были введены в науку довольно давно, по преимуществу ботаниками... Явление это должно было по существу своему обратить особое внимание ботаников-географов, и лучший из них, Альфонс Декандоль, дал и самое полное описание борьбы, насколько они были исследованы в его время». Примерно в это же время В.Л. Комаров [3] в своих трудах писал про работу Декандоля: «он пытался оторваться от механического определения видов и перейти к динамическому. Однако это большинству его современников было еще трудно, и они предпочитали более упрощенные формулы».

Но стоит обратиться к работам самого Альфонса Декандоля [4], в которых он писал, что открытие эволюционных процессов, о которых в то время еще не подозревали, «объясняет массу вещей, прежде казавшихся необъяснимыми». Декандоль пишет про конкурентную борьбу, не называя ее еще данным термином: «… в каждой группе видов те, которые лучше приспособляются к трудностям, и организация которых лучше приспособлена к обстоятельствам, должны процветать, размножаться, распространяться быстрее и лучше, чем другие. Отбор – это не теория и не гипотеза, это выражение необходимого факта. Никто не может отрицать его существования».

В настоящее время «борьба за существование» и «конкурентная борьба» широко изучаются, но тем не менее в данном вопросе еще очень много «белых» пятен. Одним из таких

пробелов является вопрос о конкурентной борьбе и стратегиях, которые выбирают виды на разных стадиях восстановительных сукцессий.

Распаханные в прошлом веке степи, облик которых практически полностью был утрачен, сохранились лишь в виде небольших островков, на участках, как правило, не пригодных для сельскохозяйственной деятельности или на территориях немногочисленных степных заповедников. Природный историко-археологический музей-заповедник «Дивногорье» был основан в 1991 году, на месте сельскохозяйственных угодий. Располагаясь на крутом берегу реки Дон в лесостепной зоне территория ныне существующего заповедника практически полностью была распахана. Участки склонов использовались под выпас и лишь абсолютные «неудобья» сохранились в первозданном виде. Именно такие участки образовали природоохранный каркас по периметру заповедника и оказали положительное влияние на скорость восстановления залежных земель, являясь источниками инспермации.

Все плакорные (выровненные) части заповедника многие столетия испытывали значительную и разнообразную антропогенную нагрузку, и в настоящий момент находятся на разных стадиях восстановительной сукцессии.

Материалы и методы исследования. В данной статье приведены результаты исследования растительного покрова разновозрастных залежей, которое проводилось на территории музея-заповедника в период с 2000 по 2017 гг. Работы проводились методом геоботанического профилирования на плакорной территории заповедника с выполнением стандартных геоботанических описаний. В 2002-2003 годах для определения типа корневых систем на залежах разного возраста производилась отмывка корневых систем доминантных видов в трехкратной повторности на каждом из участки разновозрастных залежей в пределах заложенных профилей.

Описания почвенных профилей проводились на участках разновозрастных залежей в 2001 г. (заложены 5 почвенных разрезов), 2004 г. (заложен 1 разрез, проведена оценка подземной фитомассы верхних горизонтов 6 почвенных профилей), 2012 г. (заложено 4 дополнительных разреза) и 2017 г. (повторно описаны все 10 разрезов).

Результаты исследований и их обсуждение. Восстановление степной растительности на территории заповедника началось более 70 лет тому назад, когда были выведены из пахотного клина первые участки на маломощных пологих склонах, которые окаймляют практически всю территорию заповедника и тянутся полосой (шириной от 20 до 50 м) вдоль предбровочного шва. Эти участки не пригодны для пашни из-за малой мощности гумусового слоя и почвенного профиля в целом. Но, несмотря на снятие пахотной нагрузки, эти территории долгое время испытывали сельскохозяйственный пресс, как из-за использования их для стоянок транспорта, опашки в качестве противопожарных полос и т.д.

Вся выровненная (плакорная) часть заповедника находилась в пахотном клине до 1991 года, а самый центральный, примыкающий к дороге, участок перестали использовать только в 2005 году.

Такое длительное использование, постепенное выведение земель, отсутствие строгого учета и контроля за состоянием земель, утрата архива совхоза, внесли некоторую сложность в исследовании, но создание музея-заповедника на таких землях в полной мере позволило восстановить историю земель, определить с точностью в 2-3 года сроки вывода каждого участка и оборота. В настоящие время, по результатам исследований составлен полный сукцессионный ряд смен растительных сообществ (от группировок начальной стадии до финальной стадии вторичной целины), проведены исследования жизненных форм растений разных стадий, изучены корневые системы основных доминирующих видов каждой стадии, что позволяет попробовать выяснить, какие конкурентные стратегии и механизмы конкурентной борьбы используют растения. Понимание данного вопроса лежит в основе сукцессионных смен.

Схема сукцессионного ряда для залежей такова:

1) бурьянистая стадия;

2) стадия корневищных и рыхлодерновинных злаков;

3) стадия дерновинных злаков или вторичная целина [5].

Каждая из этих стадий имеет свой основной набор сообществ и видов доминантов. Для бурьянистой стадии характерно полное отсутствие растительного сообщества в классическом его понимании, а отдельные виды образуют временные растительные группировки, отличающиеся крайней неоднородностью, разрозненностью и малым проективным покрытием. Приведем пример изменения видового разнообразия на залежи первого, второго и третьего года

существования (возраст залежи определяется с момента снятия антропогенной нагрузки) *(таблица 1)*.

Таблица 1

Сводные списки значимых видов в группировках залежи 1, 2 и 3-го года существования*

Виды залежи 1-го года	Виды залежи 2-го года	Виды залежи 3-го года
Artemisia absinthium L.	*Artemisia absinthium*	*Artemisia absinthium*
Artemisia austriaca Jacq.	*Artemisia austriaca*	*Artemisia austriaca*
Artemisia vulgaris L.	*Artemisia vulgaris*	
Centaurea pseudomaculosa Dobrocz.	*Centaurea pseudomaculosa*	
Cichorium intybus L.	*Cichorium intybus*	*Cichorium intybus*
Cirsium arvense (L.) Scop.	*Cirsium arvense*	*Cirsium arvense*
Convolvulus arvensis L.	*Convolvulus arvensis*	*Convolvulus arvensis*
Cyclachaena xanthiifolia (Nutt.) Fresen.	*Cyclachaena xanthiifolia*	
Daucus carota L.	*Daucus carota*	*Daucus carota*
Lactuca serriola L.	*Lactuca serriola*	
Plantago urvillei (stepposa) Opiz	*Plantago urvillei (stepposa)*	*Plantago urvillei (stepposa)*
Taraxacum officinale F.H. Wigg.	*Taraxacum officinale*	*Taraxacum officinale*
Matricaria matricarioides (Less.) Porter	*Matricaria matricarioides*	
Atriplex patula L.		
Galium octonarium (Klokov) Soó		
Odontites vulgaris Moench		
Polygonum aviculare L.		
Setaria glauca auct.		
Sonchus arvensis L.		
Stachys annua (L.) L.		
Vicia cracca L.		
	Arctium lappa L.	
	Elytrigia repens (L.) Nevski	*Elytrigia repens*
	Leontodon hispidus L.	
	Medicago falcata L.	*Medicago falcata*
	Melilotus officinalis (L.) Lam.	*Melilotus officinalis*
		Poa angustifolia L.
		Stachys recta L.
		Euphorbia virgata Waldst. & Kit

*виды с относительно высоким обилием (по шкале Друде выше значения Sol)

На стадии корневищных и рыхлодерновинных злаков были выделены 2 основные ассоциации и характеризующие их сообщества *(таблица 2)*.

Таблица 2

Ассоциации и сообщества стадии корневищных и рыхлодерновинных злаков

Ассоциации	Разнотравно-пырейная	Разнотравно-мятликовая
Сообщества	цикориево-вьюнково-пырейное	донниково-пырейно-мятликовое
	вьюнково-горькополынно-пырейное	резаково-пырейно-мятликовое
	полынково-пупавково-пырейное	резаково-мятликовое
	разнотравно-пырейное	разнотравно-мятликовое

На стадии дерновинных злаков или вторичной целины были выделены 2 основные ассоциации и характеризующие их сообщества *(таблица 3)*.

Таблица 3

Ассоциации и сообщества стадии дерновинных злаков или вторичной целины

Ассоциации	Разнотравно-поникшешалфейная	Разнотравно-ковыльно-типчаковая
Сообщества	тысячелистниково-безостокострецово-поникшешалфейное	разнотравно-типчаковое
	кострецово-поникшешалфейное	разнотравно-ковыльно-типчаковое
	типчаково-поникшешалфейное	

По результатам анализа флористического состава, экологических групп видов, жизненных форм и корневых систем, было выявлено, что существует основная группа видов каждой стадии *(таблица 4),* быстро занимающая доминирующие позиции в составе сообщества и играющая определяющую роль в формировании условий и времени (скорости) наступления следующей сукцессионной стадии.

Таблица 4

Виды доминанты и средообразователи по стадиям восстановления

Стадии		
Бурьянистая	Корневищных и рыхлодерновинных злаков	Дерновинных злаков или вторичной целины
Artemisia austriaca	*Artemisia austriaca*	*Artemisia austriaca*
Cichorium intybus	*Cichorium intybus*	
Convolvulus arvensis	*Convolvulus arvensis*	
Elytrigia repens	*Elytrigia repens*	
Achillea millefolia		
Artemisia absinthium		
Cirsium arvense		
Daucus carota		
Taraxacum officinale		
	Euphorbia virgata	*Euphorbia virgata*
	Medicago falcata	*Medicago falcata*
	Salvia nutans L.	*Salvia nutans*
	Bromopsis inermis (Leyss.) Holub	
	Bromopsis riparia (Rehmann) Holub	
	Melilotus officinalis (L.) Lam.	
	Poa angustifolia	
		Euphorbia stepposa Zoz ex Prokh.
		Festuca valesiaca Gaudin
		Gypsophila altissima L.
		Phleum phleoides (L.) H. Karst.
		Plantago urvillei (stepposa)
		Stipa capillata L.
		Stipa pennata L.
		Teucrium polium L.
		Thalictrum minus L.
		Thymus calcareus Klokov & Des.-Shost.

Весь сукцессионный ряд смен можно разделить не только постадийно, но и на поведенческие стратегии видов. Так на стадии бурьянистой растительности, когда территория абсолютно свободна виды выбирают стратегию «быстрого заселения или захвата», именно этим объясняется пестрота растительных группировок, отсутствие задернованности и других показателей, характеризующих сообщество. По мере быстрого «захвата» в составе сообществ появляются виды, которые благодаря своим корневым системам и скорости подземного распространения продолжают активно заселять территорию. К таким видам «подземных захватчиков» относятся *Elytrigia repens, Poa angustifolia* и другие корнеотпрысковые виды. По мере «захвата» и уплотнения почвенного покрова, за счет увеличения подземной фитомассы,

формируются новые условия, которые являются совершенно непригодными для однолетних видов сорной группы, которые выпадают из состава сообществ, а залежь, таким образом, переходит на следующую стадию корневищных и рыхлодерновинных злаков.

Стадия корневищных и рыхлодерновинных злаков характеризуется высоким видовым разнообразием (до 37 видов на 100 м^2), высокими показателями проективного покрытия (от 60 до 95%), что, несомненно, говорит о росте и развитии надземной и подземной массы и изменению условий. Основным изменяющимся условием является плотность почвенного покрова и задернованность поверхности, именно эти показатели, по мнению многих исследователей, являются стимуляторами смены стадии корневищных и рыхлодерновинных злаков на стадию дерновинных злаков (или вторичной целины). Изменение качественных характеристик почв не позволяет пырею и мятлику развиваться дальше, и они медленно убивают сами себя, освобождая нишу для степных видов, таких как: *Stipa capillata, Stipa pennata, Festuca valesiaca* и др.

Несомненно, что говорить о механизмах в рамках изучения только злаков в составе сообществ нельзя, но в рамках одной статьи представить весь анализ всего флористического состава не представляется возможным.

Зарубежными ботаниками [6, 7] механизмы смен растительных сообществ описываются тремя основными и одной дополнительной категориями взаимоотношений между организмами/видами в сукцессионных сменах.

Первая модель облегчения или стимуляции соответствует фазе эндоэкогенетической сукцессии и заключается в том, что ранние поселенцы своей деятельностью изменяют среду, делая ее доступной для следующей волны колонистов [6].

Вторая модель толерантности проявляется в виде конкурентных отношений, в результате которых происходит отбор более конкурентоспособных видов с выраженным свойством S [6].

По третьей модели ингибирования все виды сообщества способны одновременно колонизировать открывшееся местообитание, устойчивы к вторжению конкурентов, но более поздние вселенцы способны закрепиться и увеличить численность только после выпадения кого-либо из предшественников. Изменения параметров среды, производимой предшественниками, делают ее менее пригодной для последующих вселенцев [6].

Выделяемой J. Connell, R, Slatuer [7] четвертой модели – нейтральности – соответствуют сукцессии, рассматриваемые как популяционный процесс, при этом происходит смена популяций видов с разными жизненными циклами и разными эколого-фитоценотическими типами стратегий. Чаще эта модель распространяется только на формирование видового состава, а количественные соотношения между видами обуславливаются ослабленным проявлением эффектов благоприятствования, ингибирования или толерантности.

Заключение. Таким образом, выявленные закономерности смен четко укладываются в модели механизмов взаимоотношений растений внутри сообществ и позволяют говорить о верности суждения, что на каждой стадии сукцессии, набор видов, является «строителем» условий, для собственной деградации и развития (смены) последующих сообществ с иным видовым составом и качественными характеристиками.

Рассматривая механизмы, которые используют виды на всех стадиях, можно четко проследить направленность поведения видов образующих сообщества от начальных стадий к стадии вторичной целины за счет системы положительных и отрицательных обратных связей. Способность растительных группировок и сообществ на начальных стадиях к быстрому возобновлению, говорит о высокой упругой устойчивости, которая по мере движения к состоянию климакса постепенно снижается. Для резидентной стабильности (устойчивости) мы видим диаметрально противоположную тенденцию. Резидентная стабильность ранних стадий крайне невысока, сообщества первых лет существования залежи очень чувствительны к внешним воздействиям. По мере изменения видового состава, условий среды резидентная стабильность постепенно растет. Сообщества завершающей стадии становятся устойчивыми к воздействию некоторых катастрофических факторов среды. Все эти тенденции подтверждаются постпирогенным состоянием залежей в пределах заповедника. Залежи 8-10 летнего возраста после пожара 2014 года были как бы возвращены по видовому составу, показателям проективного покрытия, высоте травостоя на состояние, пройденное ими 5-7 лет назад, однако набранный потенциал упругости системы, позволил восстановиться и продолжать дальнейшее развитие всего за 2 года. А участки залежи, находящейся на стадии дерновинных злаков или вторичной целины, после пожара восстановились по видовому составу уже на следующий год, хотя показатели, характеризующие данные сообщества были достигнуты только через 3 года.

Изучение адаптаций и механизмов сукцессий позволяет не только выявить основные тенденции динамики растительных сообществ, но и лучше понять механизмы адаптации этих систем к постоянно меняющимся условиям.

Список литературы

1. Дарвин Ч. Происхождение видов путём естественного отбора или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь. Соч. Т. 3. М-Л, 1939.

2. Мечников И.И. О дарвинизме. М-Л: изд-во АН СССР, 1943. С. 116.

3. Комаров В.Л. Избранные сочинения. Т. 1. М-Л: изд-во АН СССР, 1945. С. 160.

4. A de Candolle Histoire des scences et des savants depuis duex siecles Geneve. Bale, Lyon, 1873. P. 3.

5. Панкратова Л.А. Мониторинг постагрогенных территорий в условиях ООПТ (Воронежская область). Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург). СПб., 2018. С. 299-302.

6. Connell Joseph H., Ralph O Slatyer Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization // The American Naturalist. No 111(982) (Nov-Dec 1977). P. 1119-1144.

7. Grime J.P. Plant strategies and vegetation processes. Chichester e a: J Wiley and Sons, 1979. 371 p.

УДК 551.578
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-987-996

ВЕТРО-МЕТЕЛЬНЫЕ СНОС-ПЕРЕНОС И СУБЛИМАЦИЯ (ВОЗГОНКА) СНЕГА ЗИМОЙ КАК ГЛАВНЫЕ ЧРЕЗМЕРНЫЕ ПОТЕРИ С НЕЗАЩИЩЁННЫХ ПОЛЕЙ И МЕРЫ ЕГО ЭФФЕКТИВНОЙ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОЙ ЗАЩИТЫ В СТЕПНОМ ПОЯСЕ ЕВРАЗИИ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ 60-ЛЕТНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В САМАРСКОМ ЧЕРНОЗЁМНОМ ЗАВОЛЖЬЕ)

WIND-BLIZZARD DEMOLITION-TRANSFER AND SUBLIMATION (SUBLIMATION) SNOW IN WINTER AS THE MAIN EXCESSIVE LOSSES FROM UNPROTECTED FIELDS AND MEASURES OF ITS EFFECTIVE AGROFORESTRY PROTECTION IN THE STEPPE ZONE OF EURASIA (ACCORDING TO THE RESULTS OF 60 YEARS OF RESEARCH IN THE SAMARA CHERNOZEM REGION).

Панов В.И.
Panov V.I.

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук – филиал Поволжская агролесомелиоративная опытная станция, пос. Новоберёзовский, Самарская область, Россия
The Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences" (FSC of Agroecology RAS) – branch the Volga Agroforestry Experimental Station, village Novoberezovskiy, Samara region, Russia

E-mail: aglos163@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена многолетним (60-летним) исследованиям явлений ветро-метельных сноса-переноса и сублимации (возгонки) снега за зимний период как существенных непродуктивных потерь влаги с незащищённых (без лесных полос) полей. Установлена высокая снегосберегающая роль агролесомелиоративной защиты степных полей (с разной степенью защиты – при ширине межполосного сельскохозяйственных полей в 500 м и 250 м) в сравнении со снежным покровом в водораздельном лиственном лесном массиве, где нет сноса-переноса и сублимации. Впервые обращено особое внимание на такое малоизученное явление как ветро-метельная сублимация (возгонка), на установление их общих и раздельных численных величин. Суммарные зимние потери снега – большой потенциальный резервный гидрологический ресурс аграрного природопользования в степи.

Ключевые слова: степь, ветро-метельный режим, снег и снежный покров, незащищённое степное поле, снос-перенос снега, потери снега, ветро-метельная сублимация (возгонка) снега, агролесомелиорация, лесная защита степных полей, сохранение снега на полях.

Abstract. The article is devoted to long-term (60-year) studies of the phenomena of wind-blizzard drift-transfer and sublimation (sublimation) of snow during the winter period as significant unproductive processes of moisture loss from unprotected (without forest strips) fields. A high snow-saving role of agroforestry protection of steppe fields has been established (with varying degrees of protection - with an interband of agricultural fields width of 500 m and 250 m) in comparison with snow cover in the watershed forest larch massif, where there is no demolition-transfer and sublimation. For the first time, special attention was paid to such a little-studied phenomenon as wind-blizzard sublimation (sublimation), to the establishment of their common and separate numerical values. The total winter loss of snow from unprotected fields is a large potential reserve hydrological resource of agricultural production in the steppe.

Key words: steppe, wind-blizzard winter regime, snow and snow cover, unprotected steppe field, wind-blizzard demolition-snow transfer, snow loss from an unprotected field, wind-blizzard sublimation of snow (snow sublimation), agroforestry, forest protection of steppe fields, snow preservation in fields.

Введение. Огромный степной евразийский пояс России расположен на двух континентах (Европы и Азии) и включает в себя ориентированные в широтном направлении естественные природно-географические зоны лесостепи, степи, сухой степи и полупустыни. Этот прекрасный равнинный край – главная житница России. Он обладает природой, благоприятной для жизни, труда и отдыха человека, плодородными землями, однако в условиях глобального изменения климата и наметившейся общая тенденции к его аридизации (потеплению), возросла его степень неустойчивости погоды, усилился общий хронический дефицит атмосферной влаги, участились сильные засухи, ураганы, селеопасные ливни, особо опасные природные явления, эрозионные

процессы почв. Перед наукой и практикой аграрного природопользования стоят неотложные цели – активного и успешного противостояния и противодействия всем негативным явлениям. Здесь предстоит действовать в самых различных направлениях, но помня о главном – главное в степном поясе – проблема дефицита воды [1]. Это главный минимум-фактор, он определяет судьбу и благополучие огромного региона, его природы и населения. Необходимо направить все действия, прежде всего, на сохранение всех местных ресурсов влаги, их бережное, рациональное и эффективное использование, на минимизацию непродуктивных потерь [2].

Специфика климата степного пояса в годовом цикле заключается в том, что он как бы разделяется на две части – холодный (зимний) и тёплый (летний). Это деление очень важно в гидрологическом режиме территории, природных ландшафтов и сельскохозяйственных культур. В холодный сезон года вода атмосферных осадков выпадает в виде снеговых (твёрдых) осадков – снежинки, снежные хлопья, снежная крупа, иглы, мелкие кристаллы, инея, иногда в виде снега с дождём и ледяного дождя. На их долю в годовой сумме атмосферных осадков приходится, в разные годы, от 35 до 60% [3]. Но их накопление происходит в течение всего холодного периода, длящегося в различных природно-ландшафтных зонах от 3 до 5,5 месяцев или от 90 до 165 суток. На большую роль снега и снежного покрова обратил внимание А.И. Воейков [4]. И в это время они подвержены самым разным природным и антропогенным воздействиям – ударам сильных ветров, метелей и позёмок, сносу-переносу снега пушистого и рыхлого снега, действию оттепелей и дождей, испарению и ветро-метельной сублимации (возгонка), утрамбовки и снегозадержания и др.). Глубокие исследования по снегу проведены П.П. Кузьминым [5]. К сожалению, вода, снег и закономерности формирования снежного покрова в разных ландшафтных зонах степного пояса Евразии всё ещё изучены недостаточно полно, из-за чего с незащищённых и продуваемых всеми ветрами полей наблюдаются большие непродуктивные потери снега [6-8]. Повседневная жизнь показывает, что в степи к концу зимы на незащищённых полях снега накапливается значительно меньше, чем в лесном массиве, под защитой деревьев и на лесомелиорировпанных полях, где нет сильного ветро-метельного выдувания и сублимации или где они существенно снижены. Как можно защитить снег на степных полях и каковы величины сохранённого снега – в полученных результатах, на примере проведённых многолетних исследований в чернозёмной степи Самарского Заволжья. Главная целевая установка – выявить закономерности и особенности формирования снежного покрова в равнинном и пересечённом рельефе и его численные величины потерь за холодный (зимний) период на ветро-метельный снос, перенос и сублимацию (возгонку) на степных равнинных приводораздельных элементах самоорганизованного гидроэрозионного рельефа степного пояса Евразии и установить снегозащитную роль агролесомелиорации (при разной защитно-мелиоративной облесённости полей). Данная цель исследований имеет важную актуальность, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, целевую направленность, связанную с решением ряда научно-практических задач. До недавнего времени вопросам ветро-метельных потерь снега в виде сублимации не удалялось должного внимания, хотя явление снежной сублимации (возгонки) было открыто русским учёным В.В. Петровым ещё в начале XIX века [6]. Исследования в этом направлении расширились после публикаций А.К. Дюнина [6-8], В.М. Котлякова [3], Б.В. Карузина [9], И.С. Гришина [10], В.И. Панова [11, 12] и др. Снегозащитное и снегомелиоративное влияние лесоаграрных ландшафтов – один из эффективных приёмов управления гидрологическим режимом и влагообеспеченностью сельхозкультур в условиях засушливого климата и хронического дефицита влаги в регионе.

Программно-методическое обеспечение исследований. Исследования ветро-метельного сноса-переноса и сублимации снега осуществляются современными методами в полевых условиях на специально подобранных и подготовленных уникальных ландшафтных опытных объектах в сравнимых природных условиях, в числе которых имеются незащищенные приводораздельные пахотные поля (здесь проявляются естественные процессы ветро-метельной сублимации, сноса и переноса снега), лесные массивные насаждения (контрольный, эталонный ландшафт, где нет метельных потерь снега) и несколько лесозащищённых (лесомелиорированных) полей узкими полезащитными (7-20 м) с разной степенью облесённости (с разной шириной межполосных полей (500 и 250 м), разных аэродинамических конструкций, разным породным составом и др.).

Программой и методикой научно-исследовательских работ при разработке предложений по агролесомелиоративной защите полей от ветро-метельной сублимации и сноса снега с

пахотных угодий равнинного и эрозионного (пересеченного) рельефа в степной зоне Среднего Поволжья предусматривалось рассмотреть следующие вопросы:

1. Изучить закономерности формирования снежного покрова под влиянием природных и антропогенных факторов на сильно расчленённых территориях.

2. Изучить состояние и эффективность защитных лесных насаждений в накоплении и распределении снега на территории Среднего Поволжья.

3. Обобщить результаты исследований по ветро-метельной сублимации снега в различных ландшафтах равнинного и эрозионного (пересечённого) рельефа в степной зоне Среднего Поволжья.

4. Сформулировать предложения по защите сельскохозяйственных полей от потерь снега при ветро-метельной сублимации методами агролесомелиорации.

Для этого были подобраны экспериментальные снегомерные полигоны для изучения сублимации: один на Поволжской АГЛОС (Волжский р-н, Самарской области), второй – второй – в широкой (640 м) водораздельной лесополосе, созданной Генко Н.К. в конце XIX века [13].

Важнейшим методом выявления реальных потерь снега от ветро-метельной сублимации и переноса его в овраги, балки и к разного рода преградам, являются данные, полученные в результате снегомерных маршрутных съёмок, проводимых в конце зимнего периода. Маршруты прокладывались параллельно в нескольких ландшафтах одновременно: в открытом незащищённом лесными полосами поле и в контрольном, близком по расположению, лесном массиве, где нет ветро-метельного сноса и переноса снега. По результатам многолетних снегомерных измерений в поле и в лесном массиве устанавливаются среднемноголетние величины потерь снега за зимний период. Вопросы методики снегомерных исследований подробно изложены в типовых специальных методических руководствах Отдела гидрологии Института географии РАН, отделов полезащитного лесоразведения и отдела защиты почв от эрозии ФНЦ агроэкологии РАН (в прошлом ВНИАЛМИ ВАСХНИЛ и РАСХН), в методических разработках Росгидромета [14].

Характеристика опытных объектов. В качестве опытных объектов для проведения натурных (полевых) исследований использовалась территория землепользования Поволжской АГЛОС с развитым эрозионным рельефом, где представлены все основные его элементы – водоразделы, пологие приводораздельные земли, верхние, средние и нижние склоны, выраженные присетевые склоны крутизной до 5-7°, крутосклоны суходольной гидрографической сети. Склоновые земли имеют самую разную экспозицию и, в зависимости от направления господствующих ветров, при метелях становятся ветроударными, с которых снег сдувается, или подветренными (снегозаносимыми), где снег выпадает из полифазного турбулентного потока, и отлагается. На *рисунках 1 и 2*, показаны опытные снегомерные маршруты в разных ландшафтах землепользования Поволжской АГЛОС (кадастровый номер 63: 17:0000000:0236, а также в лесополосе Н.К. Генко, на которых многие годы проводятся наблюдения за состоянием снежного покрова, его потерями к концу зимнего периода (на конец февраля – начало марта) на незащищённых полях и в лесомелиорированных полях с разной степенью защиты.

В качестве основных приняты 4 маршрута: 1 – полевой незащищённый (открытый) водораздел с пашней (зябь, озимые); 2 – лесомелиорированный, с лесными полосами через 500 м; 3 – лесомелиорированный с лесными полосами через 250 м: 4 – водораздельный лесной массив. Кроме того, взяты дополнительные маршруты через типичную лощинно-суходольную гидрографическую сеть – для получения сведений о количестве переотложенного здесь снега и величине потерь на ветро-метельную сублимацию (возгонку) при его переносе в снежно-ветровых полифазных потоках.

По результатам многолетних снегомерных исследований, проводимых в конце зимних периодов (конец февраля – начало марта) в ландшафтах этих четырёх маршрутов, впервые получены конкретные численные экспериментальные данные о реальных суммарных непродуктивных потерях снега с незащищённых полей (без лесных полос) в результате ветро-метельной сублимации и снос-переноса снега, а также выявлены величины снегосберегающего (снегозадерживающего) эффекта систем защитных лесных насаждений при разной степени их мелиоративной защиты.

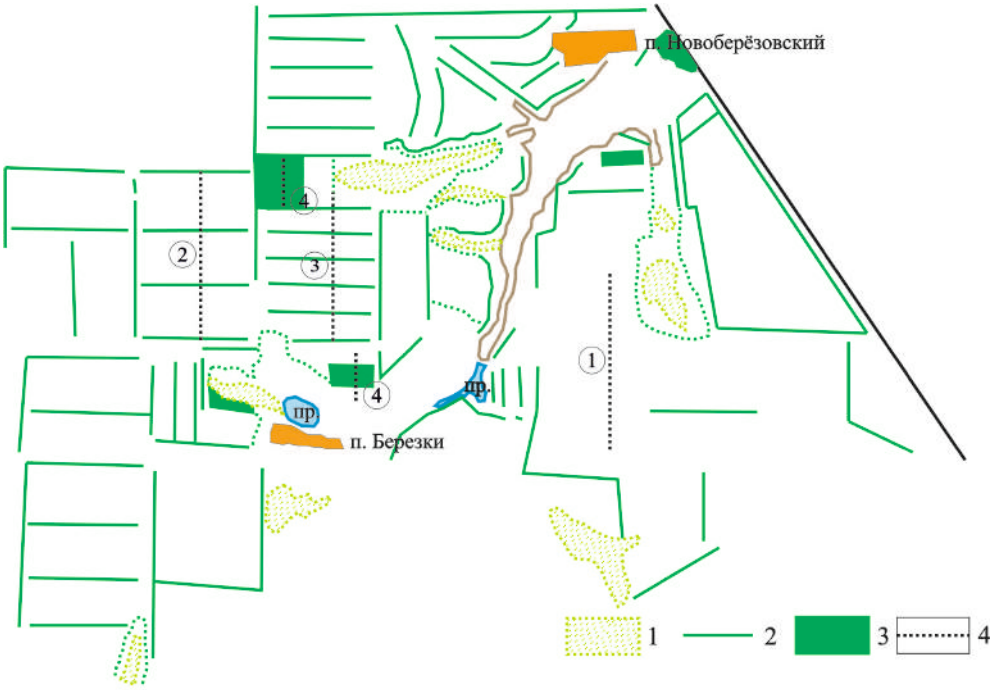


Рисунок 1. Схема землепользования Поволжской АГЛОС с размещением снегомерных маршрутов на незащищённых лесными полосами полях (1-ый), в лесном массиве (4-ый) и на двух опытных лесомелиорированных севооборотах с разными параметрами межполосных полей (2-ой – через 500 м, 3-ий – через 250 м).



Рисунок 2. Участок водораздельной широкой (640 м) «Генковской» лесной полосы (ленты), созданной в конце XIX века под руководством известного лесовода Н.К. Генко (один из снегомерных маршрутов в лесном массиве, урочище Дубовских полос близ села Ровно-Владимировка, Волжский район, Самарская область).

Результаты и методы исследований, их обсуждение. На названных выше четырёх специально созданных и подобранных опытных ландшафтных объектах, начиная 1964 года и по настоящее время, ежегодно в конце зимы проводились и проводятся маршрутные снегомерные измерения (маршрутные снегосъёмки), с измерением высоты снега, его плотности и запаса в нём воды (в мм). Получены непрерывные 60-летние гидрологические ряды по снежным покровам, формировавшимся в исследуемых ландшафтах за каждый зимний период [11, 12, 15-17]. Материалы обработаны и представлены в самом сжатом, усреднённом виде, как средне-многолетние величины. Это сделано для того, чтобы получить чёткое и ясное представление о том, какой снежный покров формируется в каждом из представленных ландшафтов и которые нам всем хорошо известны, кто проживает в степном поясе России (на примере Самарского степного чернозёмного Заволжья). Эти материалы приведены в *таблице 1*.

Таблица 1

Показатели снежного покрова в различных ландшафтах Самарского Заволжья (Поволжская АГЛОС) в конце зимы, связанные с ветро-метельной сублимацией и переносом снега. Средние за 60-летний непрерывный период исследований (1964-2023 гг.)

Виды агроэколандшафтов, через которые проложены снегомерные маршруты	Средние параметры снежного покрова		
	Высота снега, см	Плотность снега, г/куб. см	Влагозапас в снеге, мм /потери, мм /%
1. Незащищенное (открытое, без лесных полос) водораздельное поле (зябь, озимые, стерня)	30	0,30	90/65 /42
2. Лесомелиорированное, л/п через 500 м поле (1 севооборот)	46	0,29	132/23/15
3. Лесомелиорированное, л/п через 250 м поле (2 севооборот)	51	0,29	145/10 /6,5
4. Центр лесного массива (без опушечных сугробов)	66	0,23	155/0/0

Эти немногие числа дают представление о том, как различные ландшафты, произрастающие в степи, накапливают и сохраняют в себе снег, выпавший за «усреднённый» холодный зимний период этого 60-летия. Особый интерес она представляет для работников сельского и лесного хозяйства, так как за этими числами скрывается благополучие или беды этих отраслей народного хозяйства и не только. Рассмотрим эти показатели. В первой строке представлено незащищённое от ветров, суховеев, метелей и буранов водораздельное сельскохозяйственное поле. Ежегодно оно обрабатывается и в зиму оно бывает или вспахано (зябь), или представлено стернёй (после уборки урожая), или озимыми всходами. На них, как говорят гидрологи, земная поверхность имеет незначительную так называемую «гидравлическую шероховатость» – различного рода выступы, которые являлись бы барьерами и преградами на пути ветровых, метельных и пыле-ветровых потоков, задержали и ослабили их скорость и энергию. Следствием незащищённости поля становится снос-перенос рыхлого снега с этой территории, его интенсивная сублимация снежно-ветровых турбулентных потоках (с фазовым переходом сублимированного снега из твёрдого в парообразное состояние) и отложение той части, что осталась, у различного рода преград – опушки леса, заборы, суходольно-речная гидрографическая сеть, овраги, населённые пункты. За период исследований были разные по снежности и морозности зимы, с разными метелями и буранами, оттепелями и ветрами-позёмками. Конечно, значительная часть снега была «снесена» ветровыми потоками и как бы бесполезно потеряна для поля и будущего с него урожая. Сохранился слой уплотнившегося снега высотой 30 см с влагозапасом в нём 90 мм (или 900 м^3 снеговой воды на 1 га). Много это или мало и какими оказались ветро-метельные потери? Сравним с данными 4 строки таблицы, где представлен снежный покров в средней части лиственного водораздельного лесного массива, где на протяжении всей зимы нет ветро-метельного сноса-переноса и сублимации (возгонки) снежных кристаллов, со всех сторон интенсивно обдуваемых турбулентно завихряющимися воздушными потоками. Лесной массив, как и системы узких лесных полос в степи – особый, барьерно-рубежный ландшафт или своеобразный природоподобный лесной ландшафтный кластер, азональный по параметрам внешнего облика и биологии климатип, нетипичный элемент степного низкорослo-травянистого степного природно-зонального ландшафта и большинства сельскохозяйственных (аграрных) биогеоценозов и агроландшафтов. Лес и лесные полосы (узкие, вытянутые в длину, лесные насаждения, имеющие недалеко удалённые друг от друга, две опушки), являются высотно-объёмными азональными ландшафтными новыми для степи ландшафтными элементами воздействия, управления и преобразования природно-географической среды степи (что наблюдается реально в природе северной части степного пояса, – на границе степи с зоной широколиственных лесов, – естественно самоорганизовалась подзона природной лесостепи). В этот же временной период, среднемноголетний снежный покров средней части лиственного

лесного массива, где нет таких потерь снега, как на незащищённом от ветров и метелей поле, среднемноголетняя высота снега составила 66 см, плотность 0,23 г/см^3 и влагозапас 155 мм (или 1550 м^3/га снеговой воды). Таким образом, эталонный лесной ландшафт сохранил от бесполезных непродуктивных потерь (для своих насущных потребностей) 65 мм (или 650 м^3/га ценной снеговой воды), тогда как незащищённое поле их потеряло. Много это или мало? Практическая агрономия установила, что на получение 1 ц зерна яровой пшеницы, растения должны затратить 10 мм (или 100 м^3 воды) почвенной влаги; потеря незащищённым полем 65 мм – это ежегодно потеря 6-7 ц/га зерна яровой и не менее 8-10 ц/га озимой пшеницы. Потери исключительно большие. Ведь оставшегося на поле к весне 90 мм хватит на получение (за счёт снеговых атмосферных осадков) всего 9-11 ц/га, а при ранней весенней или часто встречающихся в степи весенне-летних засухах урожай формируется ещё меньше. Такова цена зимних ветро-метельных потерь снега.

В XVI-XIX веках при низкой культуре земледелия и больших непродуктивных потерях снега с незащищённых полей сильные и катастрофические засухи приводили к не менее катастрофическим неурожаям, голоду, эпидемиям и массовой гибели людей. Такая засуха случилась в России в 1891-1892 годах. Последствия её были страшные, – погибли миллионы крестьян. Выдающийся русский мыслитель и учёный В.В. Докучаев [1] разработал и предложил свой природоподобный ландшафтный принцип улучшенного ведения сельского хозяйства и всего аграрного природопользования с упорядоченными способами водного хозяйства, когда бережному её сохранению, экономному и продуктивному её использованию на всех уровнях процессов уделяется самое большое внимание [1]. Этот фундаментальный подход и принцип не потерял своего значения и в настоящее время – за ним большие перспективы и большое будущее. Он постоянно развивается и совершенствуется, раскрываются новые положительные защитно-мелиоративные воздействия на природу и полезные эффекты. Докучаевский ландшафтно-кластерный принцип (или методологический подход) базируется на синергетической парадигме возникновения, жизни или становлении во времени (эволюционном саморазвитии и самосовершенствовании) открытых взаимодействующих сложных нелинейных систем, обладающих синергетичеким эффектом самоорганизации (эффектом экогеоландшафта). Одним из эффективных ландшафтных кластеров воздействия, управления и преобразования степного агроландшафта, предложенных В.В. Докучаевым [1], был лесной защитно-мелиоративный кластер. В нём эффективным элементом является узкое лентообразное лесное насаждение – лесная полоса, обладающее уникальными барьерно-рубежным, высотно-опушечным и другими ландшафтными эффектами воздействия, управления и преобразования природной среды (погода, климат, гидрология и др.). Уникальность лесной полосы как лесного ландшафтного кластера состоит в том, что при минимальной лесной площади (даже при её ширине в один ряд деревьев), она имеет на сверх-близком расстоянии друг от друга две опушки, эффективно воздействующие на окружающую приземную атмосферу, создающие высотно-опушечные эффекты, воздействующие на аэрогидродинамические потоки (в атмосфере и на поверхности земли). На этой основе появились первые защитно-мелиоративные лесные полосы, возникла защитно-мелиоративная противоэрозионная лесомелиорация и агролесомелиорация сельхозугодий [1, 2, 9, 18-20]. На их принципах созданы и изучены и представлены в *таблице 1* два других опытных объекта (на строках *2* и *3 таблицы* – лесомелиорированные (или агролесомелиорированные) поля с разной степенью защиты: на строке 2 – лесомелиорированное при ширине межполосного поля 500 м, на строке 3 – лесомелиорированное при ширине межполосного поля в два раза меньше – 250 м: на этом поле зона опушечной «ветровой тени» удваивается, то есть линия переноса снега сокращается в 2 раза и уменьшается время пребывания снежинок в энергетическом ветро-метельном турбулентно-вихревом полифазном потоке, когда происходит ускоренная ветро-метельная сублимация (возгонка). Какие получены результаты? Эффект агролесмелиоративной защиты при ширине межполосного поля 500 м (строка 2): высота снега уже 46 см и влагозапас в нём 132 мм; непродуктивные потери составили всего 23 мм или 15% зимних твёрдых осадков (на незащищённом – значительно больше 65 мм или 42%.

Еще выше снегосберегающий эффект при ширине межполосного поля в 250 м – здесь высота снега достигла 51 см при плотности 0,29 г/см^3 и влагозапас достиг величины 145 мм – потери составили лишь 10 мм или 6,5%.

Исходя из полученных результатов, оптимальная ширина межполосного полевого пространства для равнинных полого-склоновых земель находится в диапазоне 300-350 (400) м.

Это наглядно видно на приведённом *рисунке 3*. Линии максимального ветро-метельного переноса снежинки, при которой она полностью сублимируется в погодных условиях степного евразийского пояса может стать короче, из-за более континентальной и суровой погоды Оренбуржья, западно-сибирской, алтайской, восточно-сибирской и забайкальской (там больше сухостью воздуха, меньше количество зимних осадков, больше число сильных ветров и метелей и высокая равнинность продуваемых пространств (L=1400-1500 м). При усреднённом выпадении за холодный период твёрдых атмосферных осадков 140 мм, потери на совместные непродуктивные потери за холодный период могут составить более 40-45% (более высокие скорости ветров и метелей, суше воздух) и достигать 50-60%, влагозапас в оставшемся снеге может составлять 55-70 мм. При практиковавшемся ранее проектировании часто завышалась ширины межполосного поля с 500 м до 600-800 (700) м. Потери снега при этом существенно возрастают до 30-40% (сохранившийся снег на них составит всего 85-100 мм). И только при ширине 350-400 м непродуктивные потери достигнут 10-20% с влагозапасом в сохранённом на полях снеге 110-125 мм.

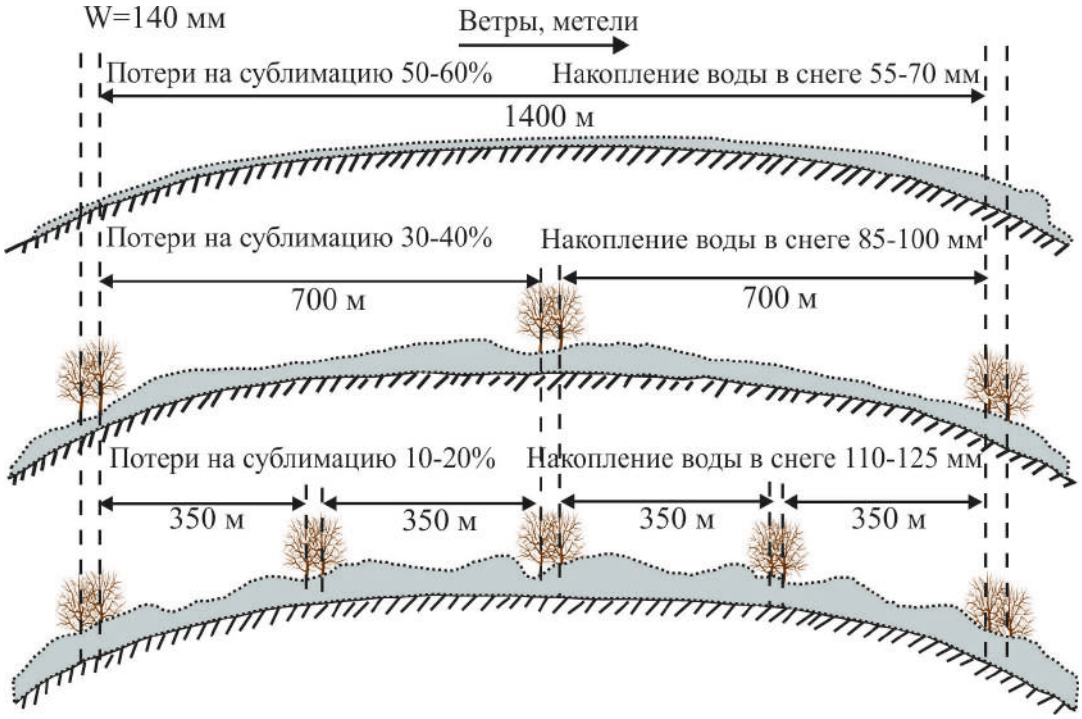


Рисунок 3. Схема снегосберегающего (барьерно-опушечный эффект) действия систем лесных полос с разной реальной шириной межполосного пространства.

Полученные 60-летние непрерывные хронологические ряды по влагозапасам в снеге в конце холодных зимних периодов обработаны и по ним построены кривые обеспеченности этого показателя в различных ландшафтах в годы разной снежности *(рисунок 4)*. На них отчётливо просматривается различие влагосодержание снега, различно сохранившегося в различных ландшафтах и в разные по снежности годы. Наибольшие различия просматриваются в годы, близкие к среднемноглолетней (50%-ной) обеспеченности. В многоводные и маловодные годы различия снижаются.

Полученные результаты по непродуктивным потерям снега в различных ландшафтах зафиксировали общую (суммарную) величину потерь, складывающуюся из двух видов потерь: а) потери из-за ветро-метельного сноса-переноса рыхлого снега и его переотложенную в новых местах, удалённых от первоначального; б) ветро-метельной сублимации (возгонки) снега во время его пребывания в полифазных снежно-воздушных скоростных турбулентных потоках, где потери происходят при фазовых переходах из твёрдого фазового состояния в парообразное (минуя жидкую фазу) с дальним переносом парообразной фракции различными воздушными потоками, с последующим образованием облаков и туч, охлаждением и конденсацией пара в капельно-жидкое или твёрдо-кристаллическое состояние, с последующим их выпадением на земную поверхность в виде атмосферных осадков. Ветро-метельная сублимация (или возгонка – испарение молекул или молекулярных цепей-кластеров с твёрдой поверхности снежных

кристаллов) происходит при отрицательной температуре. Исследовать её непосредственно пока не удаётся из-за неразработанности соответствующие методологии и приборного обеспечения. А.К. Дюнин [6-8] предложил опосредствованное её определение, через накопление снега у имеющихся в данной местности снегозадерживающих преград. В чисто степной равнинной местности такими снегоперехватывающими объектами являются элементы эволюционной древнеэрозионной самоорганизации равнинного рельефа, а конкретно, – суходольно-речная гидрографическая сеть (ложбины, лощины, суходолы, балочные системы, современные размывы, овраги и овражные системы, речные долины. Их долевое участие от общей площади водосборного бассейна (как целостной самостоятельной локализованной территории); это зависит от степени равнинности и расчленённости территории гидрографической сетью. Такие расчёты проводились многими исследователями в степном поясе России (Кузник И.А., Гришин И.С. [10], Мишон В.М. [21], Кузнецов А.П. [22], Панов В.И. [11, 15] и др.). По их исследованиям, в суходольно-речной гидрографической сети накапливается от 12 до 22% от потерянного снега с незащищённых равнинных полей. Остального потерянного снега на степных водосборах просто нет – в течение зимы, при постоянно дующих ветрах, позёмках, метелях и буранах произошла его сублимация (возгонка). Отсюда – на сублимационные потери приходится от 78 до 88% потерянного с незащищённых полей снега; усредняя их, получаем 83% – величина потерь снега в виде сублимации и испарения с поверхности снега за весь холодный период. Для полученных общих снеговых потерь со всех незащищённых степных полей 65 мм, их процентное разделение даёт следующее: на снос-перенос и переотложение снега в гидрографической сети приходится 11 мм, а на ветро-метельную сублимацию приходится 54 мм, причём эти потери невосполнимые (переотложенный снег можно перехватить в виде талой воды постройкой водохранилищ с последующим использованием этой воды на орошение).

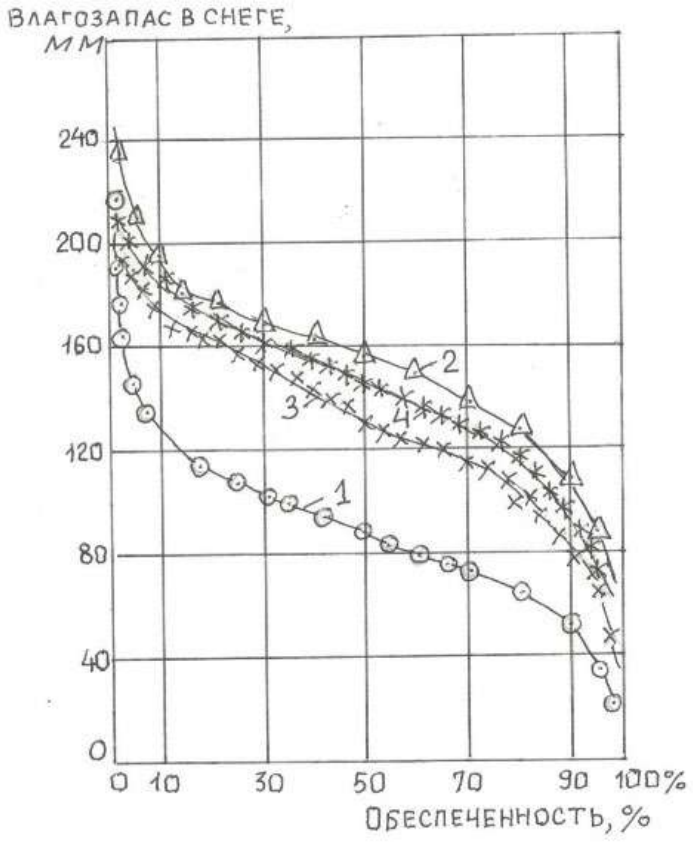


Рисунок 4. Кривые обеспеченности (%) влагозапасов в снежном покрове в конце зимы в различных ландшафтах в степном Самарском Заволжье. Средние за 60-летний непрерывный период наблюдений на Поволжской АГЛОС, 1964-2023 годы.

Условные обозначения: 1 – влагозапас (в мм) на незащищённом поле; 2 – влагозапас в лиственном лесном массиве; 3 – влагозапас в снеге лесомелиорированного поля с лесными полосами через 500 м; 4 – влагозапас в снеге лесомелиорироавнного поля с лесными полосами через 250 м.

Заключение

1. Атмосферные осадки холодного (зимнего) составляют от 30 до 50% годовой суммы атмосферных осадков. Их роль исключительно велика в жизни всех естественных и аграрных экосистем и агроэколандшафтов степного края, особенно в годы сильных и катастрофических весеннее-летних засух. Однако, в подавляющем большинстве своём, агроландшафты в степи незащищены от ветров, метелей и буранов, вызывающих большие непродуктивные потери снега. Как показали исследования, за зиму с таких полей теряется от 30 до 50% и более снега, что резко снижает урожайность, общую продуктивность и стабильность сельскохозяйственного производства. Ослабляются и теряют выход биомассы травостоя естественные многолетние степные угодья с переходом этого нежелательного эффекта на последующие 1-2 года (из-за усыхания корней дернины).

2. Снег с незащищённых полей не только сдувается и переносится ветрами и метелями в овраги, балки и к разного рода преградам, но и сублимируется, испаряется при отрицательной температуре, минуя жидкое состояние или происходит возгонка снега. Кристаллы снега, при ветро-метельном переносе, находясь во взвешенном состоянии полифазных турбулентных снежно-воздушных потоков, соударяются между собой, измельчается (происходит эрозионное диспергирование) и выделение скрытой теплоты парообразования. Происходит фазовый переход воды из твёрдого состояния в газообразное – в пар; развивается процесс ветро-метельной сублимации.

3. Среднемноголетние величины суммарных потерь снега за зиму на ветро-метельную сублимацию (возгонку) и снос-перенос за пределы незащищённого поля (агроценоза) составили, в среднем 65 мм, с колебаниями в многолетнем хронологическом ряду общих величин потерь от 35-45 мм до 85-90 мм (в зависимости от снежности, метелистости и морозности зим, равнинности территорий, протяжённости линий беспрепятственного переноса снега и других природных факторов). Из общих средних 65 мм потерь с незащищённых полей, на сублимацию приходится 54 мм, а на снос-перенос и переотложение перенесённого снега (в гидрографической сети и у различных степных преград) – 11 мм. При этом сублимационные потери снега для данной территории являются невосполнимыми, так как образовавшийся пар переносится ветровыми потоками далеко за пределы данной территории. Такие большие потери снега (в переводе на слой воды) уже с весны, до снеготаяния, существенно снижают весеннюю влагозарядку почвы и влагообеспеченность агроценозов для получения, как минимум, дополнительных стабильных (ежегодных) прибавок к возможному урожаю в 5-7 центнеров зерна с каждого гектара. В восточной части степного пояса Евразии (Оренбуржье, степи Западной Сибири, Барабинско-Кулундинские степи, степи Тувы, Бурятии, восточной Сибири и Забайкалья) общие потери с незащищённых полей местами могут быть больше.

4. В степном засушливом поясе России необходимо целенаправленно обеспечивать комплексную ландшафтно-кластерную снегозащиту полей. Наиболее эффективным является переход на адаптивно-ландшафтное аграрного природопользования с комплексной лесофитогидромелиорацией. По многолетним исследованиям, на лесомелиорированных полях с оптимизированными системами контурных полезащитно-стокорегулирующих лесных полос (с шириной защищённых межполосных полей в 250-500 м), суммарные непродуктивные потери снега за зимний период на ветро-метельную сублимацию и снос-перенос существенно снижаются и составляют с этих полей всего от 10 до 23 мм или 7-15%. Защищённые поля приобретают большой дополнительный резерв ценной снеговой воды для улучшения гидро-экологических условий засушливого края.

Список литературы

1. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь (1892). М.: Сельхозгиз, 1936. 118 с.

2. Иванов А.Л., Донник И.М., Багиров В.А., Кулик К.Н., Беляев А.И., Бедрицкий А.И. и др. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: проявление засухи, меры предупреждения, борьбы, ликвидация последствий и адаптационные мероприятия (сельское и лесное хозяйство). Т. 3 / Под ред. Р.С.-Х. Эдельгериева. М., 2022. 700 с.

3. Котляков В. М. Снежный покров Земли и ледники. Л: Гидрометеоизд 1968. 479 с.

4. Воейков А.И. Снежный покров, его влияние на почву, климат и погоду и способы исследования / под ред. Н. Мушкетова. СПб., 1889. 213 с. (Записки Имп. рус. геогрф. об-ва по общей географии. Т. XVIII. № 2).

5. Кузьмин П.П. Формирование снежного покрова и методы определения снегозапасов. Л.: Гидрометеоиздат. 1960. 172 с.

6. Дюнин А.К. Испарение снега. Новосибирск: РИО СО АН СССР. 1961. 120 с.

7. Дюнин А.К. Механика метелей. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР. 1963. С. 378.
8. Дюнин А.К. В царстве снега. Новосибирск, Наука. СО АН СССР. 1983. С. 140.
9. Карузин Б.В. Лесные полосы и урожай в Заволжье. Куйбышев: Куйбышевское кн. изд-во, 1954. 108 с.
10. Гришин И.С. Снежный покров и расчёт снеговых паводков в лесостепной и степной зонах. М.: Изд-во Наука, 1966. 128 с.
11. Панов В.И. Водный баланс и эрозия на чернозёмах степного Заволжья: Автореф. дис. … канд. геогр. наук. М., 1975. 31 с.
12. Панов В.И. Преобразование гидрологического режима территории агролесо-мелиоративными комплексами // Вестник сельскохозяйственной науки. 1979. № 12. С. 133-141.
13. Генко Н.К. Разведение леса и устройство водосборных плотин на удельных степях. СПб. 1896. 97 с.
14. Изучение водорегулирующего и противоэрозионного влияния защитных лесных насаждений в комплексе с другими мероприятиями. Методические рекомендации. Разработаны Сурмачем Г.П., Барабановым А.Т., Гаршинёвым Е.А., Кузнецовым А.П., Пановым В.И. М.: Типография ВАСХНИЛ, 1975. 96 с.
15. Панов В.И. Метельная сублимация снега // Методы исследования водной эрозии и противоэрозионной лесомелиорации: Сб. науч. тр. ВНИАЛМИ. Волгоград, 1989. Вып. 1(96). С. 162-171.
16. Панов В.И. Потери атмосферных осадков с незащищённых полей в степном засушливом субрегионе, их существенное снижение и стабилизация гидроресурсного потенциала земледелия созданием лесомелиорированных (лесоаграрных) бассейновых агроэколандшафтов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 18. № 2(2). 2016. С. 472-478.
17. Панов В.И. Гидрологические ресурсы противоэрозионного лесоаграрного ландшафта в степном поясе Евразии, созданного по природоподобной ландшафтной методологии // Современная экология: образование, наука, практика: Материалы междунар. науч.-практ. конф. (г. Воронеж, 4-6 октября 2017 г.). Воронеж, 2017. Т. 1. С. 311-320.
18. Панфилов Я.Д. Полезащитные лесные полосы на водораздельных плато степной зоны Поволжья // Полезащитные лесные полосы: сборник статей ВНИАЛМИ. М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1977. Вып. 8. С. 3-64.
19. Никитин П.Д. Выращивание полезащитных лесных полос. М.: Колос, 1972. С. 102.
20. Смалько П.А. Ветрозащитная особенность лесных полос различных конструкций. Киев: Сельхозиздат УССР, 1963. 192 с.
21. Мишон В.М. Снежные ресурсы и местный сток: закономерности формирования и методы расчёта. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1988. 192 с.
22. Кузнецов А.П. Мелиоративная и противоэрозионная роль агротехнических приёмов, защитных насаждений и балочных лесов на присетевых землях и гидрографической сети // Эрозия почв, защитное лесоразведение и урожай / Труды Поволжской АГЛОС. Вып. 8. Куйбышев: Куйб. кн. изд-во, 1975. С. 17-36.

УДК 910.2
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-997-999

СТЕПИ ХВАЛЫНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА КАК БАЗА ПРОВЕДЕНИЯ ЗОНАЛЬНОЙ ПРАКТИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ГЕОГРАФОВ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

STEPPES OF KHVALYNSKY NATIONAL PARK FOR CONDUCTING ZONAL PRACTICE FOR STUDENTS OF GEOGRAPHERS

Патрушева Е.Н.
Patrusheva E.N.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия
Perm State University, Perm, Russia

E-mail: e.n.patrusheva@mail.ru

Аннотация. В статье представлено обоснование необходимости и целесообразности проведения учебных зональных практик географов природопользователей на территории национального парка «Хвалынский». В современном мире в базе учебного процесса по специальностям естественного профиля особое место занимают выездные полевые практики. Национальный парк «Хвалынский» обладает уникальными степными сообществами, которые могут выступать в качестве базы проведения такого рода практик. В ходе изучения степных сообществ национального парка студенты приобретают опыт геоботанических описаний, учатся закладывать гербарий. Кроме того, при работе с конкретными природными объектами студенты изучают условия, предпосылки и основные особенности формирования природных комплексов; знакомятся с видовым разнообразием; описывают вертикальную и горизонтальную структуру изучаемых сообществ. Отдельное внимание уделяется изучению доминирующих видов, видов эндемиков и реликтов, видов, находящихся под особой охранной, внесенных в Красные Книги разных уровней.
Ключевые слова: учебная зональная практика, степная растительность, национальный парк.

Abstract. The article presents a rationale for the need and feasibility of conducting training zonal practices for geographers of natural resources on the territory of the Khvalynsky National Park. In the modern world, visiting field practices occupy a special place in the educational process in natural sciences. Khvalynsky National Park has unique steppe communities that can act as a base for this type of practice. While studying the steppe communities of the national park, students gain experience in geobotanical descriptions and learn to establish a herbarium. In addition, when working with specific natural objects, students study the conditions, prerequisites and main features of the formation of natural complexes; get acquainted with species diversity; describe the vertical and horizontal structure of the studied communities. Special attention is paid to the study of dominant species, endemic and relict species, species under special protection, included in the Red Books of various levels.
Key words: educational zonal practice, steppe vegetation, national park.

Введение. ФГБУ Национальный парк «Хвалынский» расположен в Хвалынском районе, в северо-восточной части саратовского Правобережья. Естественной границей на востоке служит р. Волга, на севере и северо-западе район граничит с Самарской областью, на юге – с Вольским районом. Национальный парк «Хвалынский» расположен в пределах Восточно-Европейской равнины, на территории Приволжской возвышенности в юго-восточной ее части, в пределах лесостепной зоны.

Климат Хвалынского района отличается резкой континентальностью, что выражается в резких суточных и годовых колебаниях температуры воздуха. Среднегодовая температура воздуха плюс 3,7°С. Разность между и средней температурой самого теплого месяца (июль) и самого холодного (январь) составляет около 31°С. Пересеченный рельеф создает разнообразие микроклиматический условий и местообитаний.

Почвенный покров преимущественно представлен скелетными почвами черноземного типа с сильно укороченным и неразвитым почвенным профилем. Почвы характеризуются сложностью, обусловленной разнообразием почвообразующих пород в сочетании с сильно пересеченным рельефом. Под травянистой степной растительностью развиты черноземы обыкновенные и остаточно-карбонатные (связаны с мелом и мергелем) [1].

На территории НП подтверждено произрастание 977 видов растений. Среди них выявлено более 40 кормовых видов, более 50 видов лекарственных растений, дикорастущих пищевых растений

– 26 видов, редких и исчезающих видов – 97, сорных – около 80 и более 100 редких видов, эфемеров и эфемероидов – 40 видов, растительность искусственных насаждений НП составляет 157 видов [1].

Национальный парк (НП) «Хвалынский» располагается на Приволжской возвышенности в пределах Хвалынского района Саратовской области и занимает Хвалынские горы и часть долины р. Терешка. В ботанико-географическом отношении территория лежит в лесостепной зоне. В растительном покрове парка господствуют широколиственные леса и луговые степи [1].

Материалы и методы. Для изучения степной растительности в 2017 году коллективом авторов [2] было проведено исследование. Цель этого исследования – изучить разнообразие степной растительности Поволжья. На территории НП «Хвалынский» было выполнено 37 геоботанических описаний, которые помещены в базу данных «Растительность бассейнов Волги и Урала».

В ходе работы были определены новые степные ассоциации: Alysso tortuosi-Artemisietum salsoloidis, Euphorbio glareosae-Festucetum valesiacae, Artemisio marschallianae-Stipetum pennatae и другие. В качестве примера приведем описание некоторых выявленных ассоциаций.

Ассоциация *Alysso tortuosi-Artemisietum salsoloidis*. Флористическое богатство ценозов довольно высокое – среднее число видов 19. Общее проективное покрытие (ОПП) составляет 40-45%. Травяной покров разделен на три подъяруса. Название видов сосудистых растений в статье даны в соответствии со сводкой С.К.Черепанова [3]. Первый, высотой 70 см, редкий, сложен *Pimpinella tragium* Vill и *Silene borysthenica* (Gruner) Walters. Второй подъярус, имеющий высоту 30-40 см, негустой, образуют *Astragalus albicaulis* DC., *Artemisia salsoloides* Willd., *Hedysarum grandiflorum* Pall., *Kraschennikovia ceratoides* (L.) Gueldenst, *Linum uralense* Juz *u Atraphaxis frutescens* (L.) Eversm. Третий подъярус, высотой 10-20 см, редкий, сложен *Euphorbia glareosa* Pall. Ex M.Bieb, *Alyssum tortuousm* L., *Matthiola fragrans* (Fisch.) Bunge *u Scabiosa isetensis* L. В ценозах доминирует *Artemisia salsoloides*. Сообщества описаны на меловых субстратах в окрестностях г. Хвалынск, на холмах «Три Шишки» хребта Таши, на склонах южной экспозиции крутизной 30-45°.

Ассоциация *Euphorbio glareosae-Festucetum valesiacae*. Флористическое богатство ценозов высокое – среднее число видов 30. Общее проективное покрытие 40-80%. Травяной покров характеризуется тремя четко выраженными подъярусами. Первый, высотой 60-110 см, редкий, образуют *Gypsophila altissima* L., *Stipa capillata* L., *Stipa pennata* L., *Echinops ruthenicus* M.Bieb *u Bromopsis riparia* (Rehm.) Holub. Второй подъярус, имеющий высоту 40-50 см, негустой, сложен *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin, *Campanula sibirica* L. *u Galium octonarium* (Klokov) Soo. Третий подъярус, высотой 10-30 см, разреженный, образуют *Centaurea marschalliana* Spreng, *Euphorbia glareosa* Pall. ex M.Bieb, *Ephedra distachya* L. *u Onosma simplicissima* L. В сообществах доминирует Festuca valesiaca. Ценозы описаны на черноземах обыкновенных карбонатных в окрестностях г. Хвалынск, на склонах холмов «Три Шишки» хребта Таши, на склоне северной экспозиции крутизной 10°, а также в 3,5 км к югу от с. Новая Яблонка, в нижней и верхней частях северного склона невысокого увала крутизной 5-10°.

Ассоциация *Artemisio marschallianae-Stipetum pennatae*. Флористическое богатство высокое – среднее число видов в сообществах составляет 33. ОПП 60-80%. Травяной покров разделен на три подъяруса. Первый, высотой 70-100 см, редкий, сложен *Stipa pennata, Echinops ruthenicus, Stipa capillata, Verbascum lychnitis* L., *Artemisia marschalliana* Spreng. Второй подъярус, высотой 60 см, негустой, образован *Festuca valesiaca, Artemisia austriaca* Jacq. Третий подъярус, имеющий высоту 5-25 см, негустой, формируют *Viola ambigua* Waldst, Kit., *Nonea rossica* Steven. Доминирует *Stipa pennata*. На поверхности почвы отмечена ветошь. Ценозы описаны на черноземах обыкновенных карбонатных в 3,5 км к югу от с. Новая Яблонка, в средней и верхней частях склонов невысокого увала южной, югозападной и восточной экспозиций крутизной 10-20°. Сообщества распространены здесь на больших площадях.

Охарактеризованные ассоциации представляют собой небольшую часть разнообразия степной растительности НП «Хвалынский».

Результаты исследования и их обсуждение. Таким образом по результатам выше представленного исследования мы можем сделать вывод о высоком разнообразии степной растительности в НП «Хвалынский». При этом данную территорию целесообразно использовать в том числе для проведения учебных зональных практик для студентов естественных факультетов (географического, биологического и др.). В рамках прохождения данного вида практики студенты знакомятся с особенностями отдельных природных зон. Изучают условия, предпосылки и основные особенности формирования природных комплексов; знакомятся с видовым разнообразием; описывают вертикальную и горизонтальную структуру изучаемых сообществ. Отдельное внимание

уделяется изучению доминирующих видов, видов эндемиков и реликтов, видов, находящихся под особой охранной, внесенных в Красные Книги разных уровней.

Степная растительность характеризуется значительным видовым разнообразием. Но есть перечень видов, которые в первую очередь определяют облик степей. Типичным видом для степной растительности НП «Хвалынский» является ковыль узколистный.

Ковыль узколистный, или ковыль длиннолистный *Stipa tirsa* Steven – многолетнее травянистое растение из рода ковыль Stipa семейства злаки Poaceae, имеющее высоту 40-80 см. Это наиболее мезофильный вид ковылей и один из самых чувствительных среди них к стравливанию и вытаптыванию. Лимитирующими факторами произрастания и распространения ковыля узколистного являются низкая конкурентоспособность, уплотнение почвы скотом и при чрезмерной рекреационной нагрузке, а также уничтожение мест обитания при строительстве дорог, разработке карьеров. Типичными местообитаниями Stipa tirsa служат хорошо сохранившиеся степные склоны, преимущественно их верхние части и плато на вершинах склонов, а также опушки и поляны остепненных дубрав.

Цветет в мае – июле. Размножается только семенами. Рекомендации по сохранению вида в естественных условиях. Мониторинг состояния популяций, выявление новых местонахождений и организация их охраны.

Одной из важнейших проблем в настоящее время является разработка мер и способов сохранения биоразнообразия, выяснения причин его изменения. Это касается уникальных растительных сообществ с участием редких видов, в том числе, степных, находящихся на границах своих ареалов. Изучение ценопопуляций (ЦП) таких видов для выяснения адаптации к существованию вне пределов сплошных ареалов важно и актуально, особенно в связи с необходимостью определения мер поддержания и их сохранения.

Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 [4] сохранение биологического разнообразия отнесено к национальным целям и стратегическим задачам развития Российской Федерации на период до 2024 года. Сохранение и восстановление редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного и растительного мира, формирование нормативной правовой и методической базы, а также планирование и реализация мероприятий по данному направлению – приоритетная сфера деятельности Минприроды России и других профильных ведомств. Разработка стратегий сохранения целых комплексов и отдельных компонентов экосистем является неотъемлемой частью полевых практик студентов.

Выводы. В летний сезон 2023 года в ходе работ в рамках учебной зональной практики студентов географов-природопользователей из Пермского государственного национального исследовательского университета на территории НП «Хвалынский» были получены следующие результаты. Встречаются галофитные, петрофитные и псаммофитные степи. Первые представлены белополынными ассоциациями близ населенных пунктов. Вторые связаны со слаборазвитыми или маломощными черноземовидными почвами на известняках и выходах мела. Третьи довольно обычны на открытых песчаных склонах и по опушкам сосновых насаждений. Зональные фитоценозы луговых степей входят в состав разнотравно-пырейно-прибрежнокостровой, разнотравно-тырсовой и разнотравно-перистоковыльной групп ассоциаций. На небольших участках в поймах рек и вокруг прудов встречаются суходольные луга, которые сочетаются с луговостепной растительностью. Для территории НП «Хвалынский» характерны меловые каменистые степи, значительные площади также занимают и обнажения мела. Растительность меловых обнажений довольно скудная: низкорослые кустарники, разреженные тимьянники, а расселение растений здесь происходит очень медленно.

Таким образом, полученные результаты позволяют нам сделать вывод о целесообразности проведения зональной практики студентов-природопользователей на территории НП «Хвалынский».

Список литературы

1. Хвалынский национальный парк. URL: https://nphvalynskiy.ru/ (дата обращения: 26.12.2023).

2. Лысенко Т.М., Архипова Е.А., Сулейманова Г.Ф. Новые ассоциации степной растительности национального парка «Хвалынский» // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2020. Т. 20. Вып. 1. С. 55-62.

3. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

4. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». URL: https://docs.cntd.ru/document/557309575 (дата обращения: 15.02.2024).

УДК 551.583:60
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1000-1008

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СТЕПНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ АГРОСФЕРЫ

CLIMATIC CHANGES IN THE STEPPE REGIONS OF RUSSIA AND THEIR CONSEQUENCES FOR THE AGROSPHERE

Переведенцев Ю.П.[1], Павлова В.Н.[2,3], Мирсаева Н.А.[1], Николаев А.А.[1], Тагиров М.Ш.[4]
Perevedentsev Yu.P.[1], Pavlova V.N.[2,3], Mirsaeva N.A.[1], Nikolaev A.A.[1], Tagirov M.Sh.[4]

[1]Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
[2]Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной метеорологии, Обнинск, Россия
[3]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Аграрный центр, Москва, Россия,
[4]Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Казань, Россия,
[1]Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia
[2]All-Russian Research Institute of Agricultural Meteorology, Obninsk, Russia
[3]Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Agrarian Center, Moscow, Russia
[4]Tatar Research Institute of Agriculture, Kazan, Russia

E-mail: [1]ypereved@kpfu.ru, [2]vnp2003@bk.ru, [3]vnp2003@bk.ru, [4]marsel.tagirov2019@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются изменения основных климатических показателей (температура воздуха, атмосферные осадки, солнечная радиация) в Европейской части России (ЕЧР) включая ее степные районы в XX-XXI веках. Рассмотрен радиационный режим ЕЧР в период 1981-2020 гг. Показано, что в степной зоне суммарная солнечная радиация в течение года меняется от 120 до 690 МДж/м^2, а сумма фотосинтетической активной радиации летом достигает 960 МДж/м^2. Положительные значения коэффициентов наклона линейных трендов указанных видов радиации способствуют продуктивности сельскохозяйственных культур. Анализ данных наблюдений на 95 метеостанциях ЕЧР в период 1900-2019 гг. показал, что в целом температура воздуха, осредненная по всей территории за 120-летний период, возрастает со скоростью от 0,068 (август) до 0,290°С/10 лет (март). В зимний период скорость потепления заметно превышает летнюю. При этом на станциях степной зоны (юго-запад) температура воздуха зимой повышается с большей скоростью, чем на северо-востоке ЕЧР, а летом, наоборот, на северо-востоке потепление идет с большей скоростью. Оценка линейных трендов ряда показателей термического и влажностного режима в период 1976-2022 гг. показала, что происходит рост продолжительности вегетационного периода, суммы эффективных температур и уменьшение сумм осадков в летний период, что приводит к росту засушливости в южных регионах ЕЧР и снижению климатически обусловленной урожайности яровой пшеницы. Дана оценка влияния атмосферной циркуляции на температурный режим ЕЧР. Показано, что в зимний период Северо-Атлантическое колебание (NAO) способствует повышению температуры воздуха, а Скандинавское колебание (SCAND) приводит к её повышению. В летний период колебание Восточная Атлантика – Западная Россия (EAWR) способствует охлаждению территории. При этом влияние SCAND и EAWR наиболее заметно степной зоне ЕЧР.

Ключевые слова: климатические изменения, температура воздуха, атмосферные осадки, тренды, агроклиматические показатели.

Abstract. Changes in the main climatic indicators (air temperature, precipitation, solar radiation) in the European part of Russia (ER) including its steppe regions in the XX-XXI centuries are considered. The radiation regime of the European part of Russia in the period 1981-2020 is considered. It is shown that in the steppe zone the total solar radiation during the year varies from 120 to 690 MJ/m^2, and the sum of photosynthetic active radiation in summer reaches 960 MJ/m^2. Positive values of the slope coefficients of linear trends of the mentioned types of radiation contribute to crop productivity. The analysis of observation data at 95 meteorological stations of the European-Commonwealth of Regions in the period 1900-2019 showed that, in general, the air temperature averaged over the whole territory for the 120-year period increases at a rate from 0.068 (August) to 0.290°C/10 years (March). In the winter period, the rate of warming is noticeably higher than the summer rate. At that, at the stations of the steppe zone (south-west), the air temperature in winter increases at a higher rate than in the north-east of the ER, and in summer, on the contrary, in the north-east, warming is at a higher rate. Evaluation of linear trends of a number of thermal and humidity regime indicators in the period 1976-2022 showed that there is an increase in the duration of the vegetation period, the sum of effective temperatures and a decrease in the sum of precipitation in summer, which leads to an increase in aridity in the southern regions of the ER and a decrease in the climatically determined yield of spring wheat. The influence of atmospheric circulation on the temperature

regime of the European-Commonwealth of Regions is assessed. It is shown that in winter the North Atlantic Oscillation (NAO) favours the increase of air temperature, and the Scandinavian Oscillation (SCAND) leads to its increase. In summer, the East Atlantic-West Russia Oscillation (EAWR) favours cooling of the territory. At the same time, the influence of SCAND and EAWR is most noticeable in the steppe zone of the ER.

Key words: climatic changes, air temperature, precipitation, trends, agroclimatic indicators.

Введение. Согласно Шестому оценочному докладу (ОД6) МГЭИК, изменения глобального климата в последние десятилетия происходят с беспрецедентно большой скоростью. В период 1960-2020 гг. увеличение средней годовой температуры планеты составило около 1,0°С. В то же время повышение глобальной приповерхностной температуры сопровождается быстрым ростом числа природных катастроф вследствие гидрологических и метеорологических аномалий [1]. В России потепление происходит в 2,5 раза быстрее глобального, примерно со скоростью 0,5°С/10 лет. При этом потепление происходит в различных регионах по-разному. В работе [2] дается анализ пространственно-временного распределения трендов температуры и атмосферных осадков на территории России для периода 1976-2019 гг. Показано, что в зимний период наибольшая скорость потепления в среднем ~0,5°С/10 лет отмечается на территории Европейской части России.

В статье [3] дан анализ изменения тепловлагообеспеченности в степных регионах ЕЧР по отношению Боуэна (β) во второй половине XX в. и начале XXI в. Показано, что с середины первого десятилетия XXI в. чаще наблюдаются положительные аномалии β, что свидетельствует об усилении потоков явного тепла и ослаблении потоков скрытного. Все это привело к ухудшению условий вегетации в степной и сухостепной зонах России, что явилось следствием повышения температуры на юге ЕЧР при региональном уменьшении осадков. В работе [4] отмечено увеличение повторяемости летних засух в ЕЧР в период 1950-1960 гг. и с середины 2000-х годов, которые происходили в основном в экстремально отрицательные фазы атмосферных колебаний Восточная Атлантика – Западная Россия и Западно-Тихоокеанская (ЗТ), для которых характерна повышенная повторяемость числа дней с атмосферным блокированием над ЕЧР и Сибирью. Все это происходит на фоне интенсификации летнего потепления и ослабления зональной циркуляции в Северном полушарии (СП), а также положительной фазы Атлантической мультидекадной осцилляции (АМО).

Цель настоящей статьи – рассмотреть климатические и агроклиматические изменения на территории Европейской части России, включающей степные регионы, в XX-XXI веках.

Материалы и методика исследований. В качестве исходных данных использовались данные метеорологических наблюдений из фонда ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», для расчета радиационных характеристик ЕЧР использовались данные реанализа (https://power.larc.nasa.gov/) за 1981-2020 годы.

Исходные данные подвергались статистической обработке: находились средние значения, линейные тренды температуры, осадков и радиационных характеристик. Выделение низкочастотного компонента (НЧК) в рядах температуры воздуха осуществлялось с помощью низкочастотного фильтра Поттера с точкой отсечения 20 лет.

По методике [5] определялись даты устойчивого перехода средней суточной температуры (ССТ) через 0, 5, 10 и 15°С весной и осенью, продолжительность периодов, превышающих указанные ССТ, суммы положительных температур.

Для характеристик увлажненности территории рассчитывался гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) [6]:

$$\text{ГТК} = \frac{R_{VI-VIII}}{0{,}1 \sum T_{VI-VIII}}, \quad (1)$$

где Т – среднесуточная температура, °С, R – сумма осадков, мм.

Величина ГТК представляет собой отношение приходной части водного баланса (осадки) к его расходной части (испаряемость). Согласно [7], северная граница степной полосы для ЕЧР хорошо совпадает с изолинией ГТК=1 за июнь-август, а северная граница пустыни с изолинией ГТК=0,5. По Селянинову, период считается засушливым, в течение которого ГТК<1,0, а сухим при ГТК<0,5.

Фотосинтетическая активная радиация (ФАР) рассчитывалась по формуле [8]:

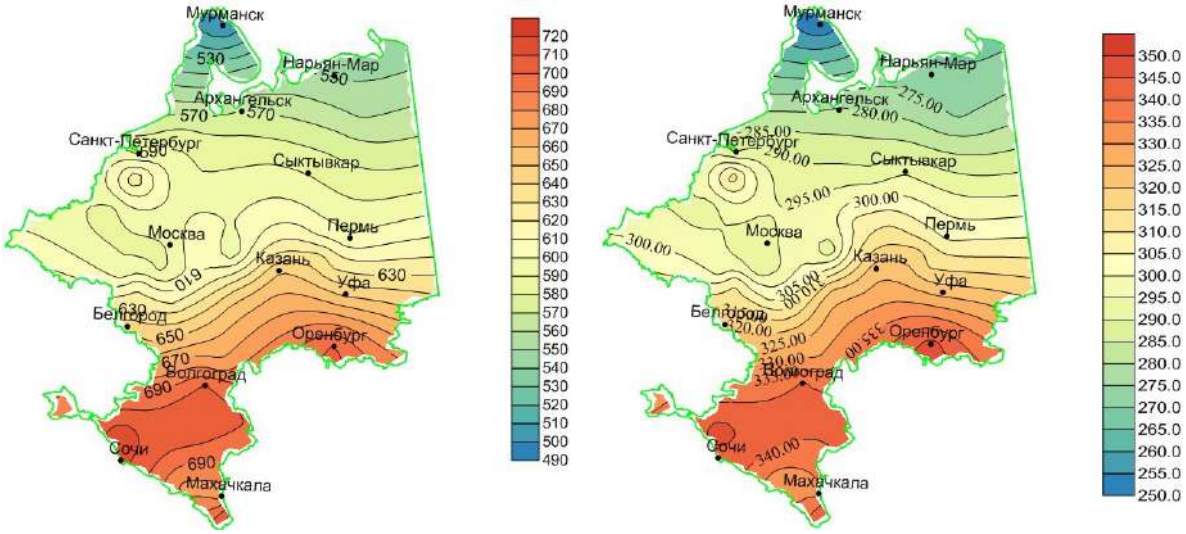
$$\sum Q_{\text{ФАР}} = 0{,}43 \sum S' + 0{,}57 \sum D, \quad (2)$$

где $\sum Q_{\text{ФАР}}$ – суммарная ФАР, МДж/м^2, $\sum S'$ – сумма прямой солнечной радиации, МДж/м^2, $\sum D$ – сумма рассеянной радиации, МДж/м^2.

Результаты. Как известно, тепло, влага и свет являются самыми необходимыми компонентами для всех растений. Рассмотрим вначале вкратце распределение на территории ЕЧР суммарной и фотосинтетически активной радиации, а также продолжительности солнечного сияния.

В июле суммарная солнечная радиация *(рисунок 1а)* возрастает в ЕЧР с севера на юг от 490 до 720 МДж/м^2. При этом наибольшее количество суммарной радиации в течение года получают степные районы. Так, в январе в районе г. Оренбурга величина суммарной солнечной радиации ~120, в апреле ~510, в июле ~690 и в октябре ~230 МДж/м^2. ФАР *(рисунок 1б)*, являясь одним из важнейших факторов продуктивности сельскохозяйственных культур [8], также испытывает значительный годовой ход. Так, если сумма ФАР за 3 месяца в степной зоне составляет лишь 180-240 МДж/м^2, то за три летних месяца она достигает 900-960 МДж/м^2. На *рисунке 1б* представлено распределение ФАР для июля.

Для оценки тенденций изменения прихода солнечной радиации рассчитывались значения КНЛТ. Так, величина КНЛТ суммарной солнечной радиации в летний период оказалась положительной для всей степной зоны (КНЛТ~11-35 МДж/м^2/10 лет). Величины КНЛТ ФАР для лета также оказались положительными (~4-6 МДж/м^2/10 лет), что свидетельствует об улучшении теплового фактора на юге ЕЧР.



а б

Рисунок 1. Суммарная солнечная радиация (а) и ФАР (б) по территории ЕЧР в июле.

Продолжительность солнечного сияния в июле по территории ЕЧР меняется в широких пределах. Если на севере ЕЧР она составляет порядка 260-270 ч., то в степной зоне достигает 310-320 ч. Естественно, что эта величина испытывает значительный годовой ход. Так, в районе г. Оренбурга в январе она минимальна ~60 ч., в апреле ~210 ч., в июле ~310 ч. и в октябре ~120 ч.

По данным 95 станций долгопериодных метеорологических станций в период 1900-2019 гг. (120 лет) для Европейской части России рассмотрена изменчивость температурного режима. Были построены климатические карты распределения температуры воздуха (ТВ) для различных месяцев года, сезонов и в целом за год *(рисунок 2)*.

Дополнительно строились карты пространственного распределения коэффициентов корреляций, рассчитанных между средней температурой всего рассматриваемого региона и температурой отдельных станций для января, июля, зимнего и летнего сезонов.

С целью выявления долговременных тенденций изменения термического режима построены линейные тренды температуры воздуха для каждого из месяцев зимнего и летнего сезонов, годовых значений. Для выделения температурных долговременных колебаний в период 1900-2019 гг. рассчитывались низкочастотные компоненты с периодов более 20 лет. Результаты расчетов представлены в *таблице 1*.

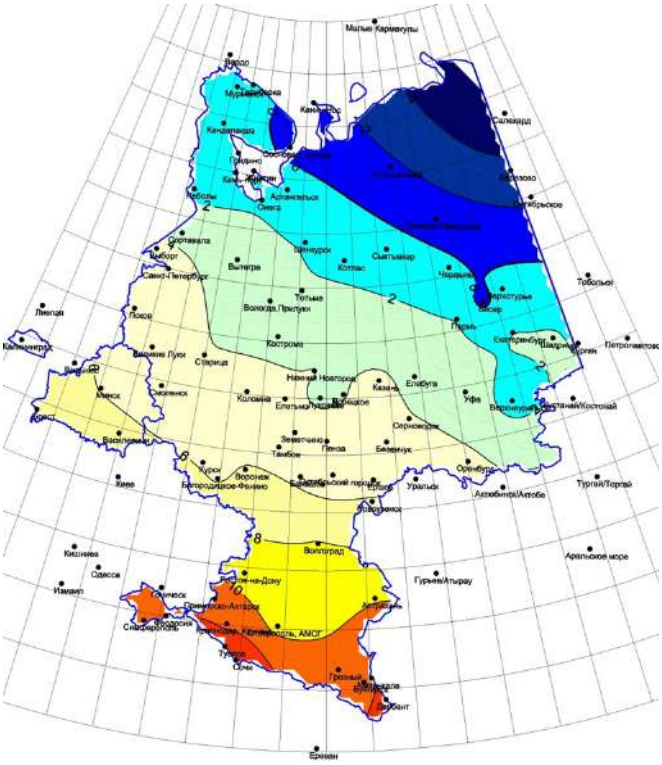


Рисунок 2. Средние многолетние значения среднегодовой приземной температуры воздуха (1900-2019 гг.).

Таблица 1

Характеристики изменения осредненной по территории Европейской части России температуры воздуха в период 1900-2019 гг.

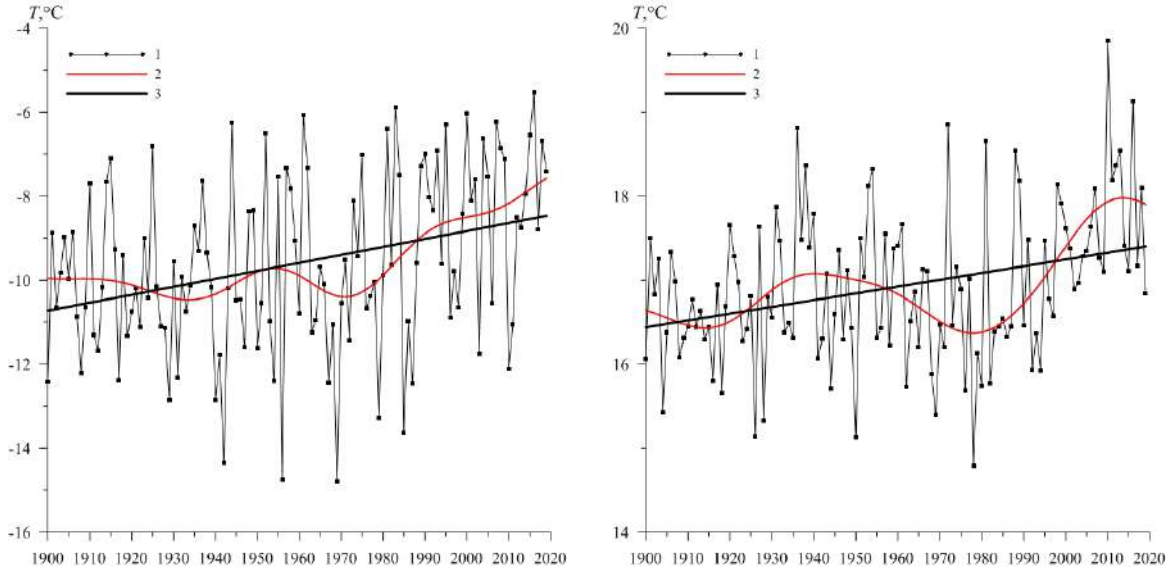
Месяц	Av, °C	Rms, °C	A, °C/10 лет	R^2L, %	R^2F, %
I	-11,30	3,02	0,165	2	12
II	-10,54	3,19	0,195	3	12
III	-4,95	2,50	0,290	15	24
IV	3,68	1,95	0,161	7	12
V	10,68	1,75	0,171	10	17
VI	15,89	1,33	0,081	3	11
VII	18,38	1,30	0,094	5	15
VIII	16,49	1,24	0,068	2	23
IX	10,84	1,34	0,90	4	15
X	3,83	1,78	0,127	5	15
XI	-3,12	2,20	0,094	1	18
XII	-8,51	2,83	0,226	6	12
I-XII	3,45	0,96	0,147	27	38
XII-II	-9,60	2,07	0,190	9	15
VI-VII	16,92	0,90	0,081	8	22

Примечание: Av – среднее значение (°C), Rms – среднее квадратическое отклонение (°C), A – КНЛТ (°C/10 лет), R^2L – коэффициент детерминации линейного тренда (%), R^2F – коэффициент детерминации низкочастотного компонента (%).

Как видно из *таблицы 1*, на рассматриваемой территории хорошо проявляется годовой ход ТВ с минимумами в январе (-11,30°C) и максимумами в июле (18,38°C). Годовая амплитуда составляет 29,68°C. Средние квадратические отклонения ТВ меняются в пределах от 3,19°C (февраль) до 1,24°C (август). Наибольшее значение коэффициента наклонного линейного тренда приходится на март (0,290°C/10 лет), а наименьшее на август (0,068°C/10 лет). Выделяется также

декабрь, где КНЛТ=0,226°С/10 лет. Таким образом, по осредненным данным по территории во все месяцы года наблюдается потепление, но с различной интенсивностью. Как видно из *таблицы 1*, осредненное за год значение КНЛТ равно 0,147°С/10 лет, при этом в зимний период скорость потепления (А=0,190°С/10 лет) вдвое превышает летнюю скорость потепления (А=0,081°С/10 лет). В целом средняя годовая ТВ всей рассматриваемой территории составляет 3,45°С, СКО=0,96°С, а скорость потепления составляет 0,147°С/10 лет.

Согласно *рисунка 3*, в зимний период в регионе с начала 1970-х годов, согласно кривой НЧК, наблюдается повышение ТВ примерно на 2,8°С, в летний период активное повышение ТВ началось с середины 1970-х годов и составило по НЧК лишь 1,5°С. В годовом плане потепление составило ~2°С. Таким образом, начиная с начала 1970-х годов в регионе происходит заметное потепление климата, отличающееся по своей интенсивности и характеру в различные месяцы года, что хорошо видно из поведения НЧК температуры воздуха. Например, в ноябре четко прослеживается периодичность изменения температуры – кривая НЧК имеет вид волны с продолжительностью ~40 лет.



Зима Лето

Рисунок 3. Многолетний ход температуры воздуха в поверхности Земли осредненной по территории ЕЧР (1900-2019 гг.) зимой и летом. 1 – исходный ряд, 2 – НЧК, 3 – линейный тренд.

Построенные климатические карты распределения температуры воздуха для января и июля (1900-2019 гг.) показывают, что ТВ понижается с юго-запада на северо-восток. Так, среднеянварская температура на Северном Кавказе положительная (~+4°С), а на северо-востоке ЕТР опускается до -22°С, в июле изотермы имеют квазизональный характер и ТВ возрастает с севера на юг от 10°С до 24°С на Северном Кавказе.

Зимой средняя ТВ на северо-востоке ЕТР порядка -20°С, тепло в районе побережья Черного моря, где ТВ ~+4°С, летом средняя ТВ на Северном Кавказе 22°С, на арктическом побережье ЕЧР она опускается до 8°С. Изотермы зимней и летней температуры практически совпадают со среднеянварскими и среднеиюльскими.

Сравнение характеристик НЧК температуры воздуха осредненных по 4 станциям северо-востока ЕЧР (Сыктывкар, Чердынь, Бисер, Пермь) и юго-запада (Заметчино, Пенза, Октябрьский городок, Урюпинск) показало, что на юго-западе зимой температура воздуха повышается с большой скоростью (0,28°С/10 лет), чем на северо-востоке (0,20°С/10 лет), летом, наоборот, на северо-востоке потепление происходит с большой скоростью (0,05°С/10 лет), чем на юго-западе (0,04°С/10 лет). При этом на всей территории ЕЧР зимой повышение температуры воздуха более значительно, чем летом.

Сумма активных температур в степной зоне от линии Воронеж – Саратов – Оренбург с севера возрастает к югу от 2800°С до 3500°С (Волгоград). При этом КНЛТ этой суммы меняется от 140°С/10 лет (Воронеж), 110°С/10 лет (Саратов), 90°С/10 лет (Оренбург) до 130 (Волгоград). Сумма активных температур возрастает в юго-западном направлении в ЕЧР.

Для более позднего периода (1976-2019 гг.) по данным метеорологических наблюдений на 7 метеостанциях, расположенных в степной зоне ЕЧР рассчитывались значения коэффициентов наклона линейного тренда (КНЛТ) для температуры воздуха и атмосферных осадков *(таблица 2)*. В *таблице 2* приведены результаты расчетов для 2-х периодов: 1976-2019 и 2001-2019 гг. Как видно из анализа *таблицы 2*, в январе в период 2001-2019 гг. отмечается повсеместное понижение температуры с максимальной скоростью на ст. Александров-Гай (-2,63°С/10 лет). В целом же как в период 1976-2019 гг., так и в 2001-2019 гг., судя по годовым значениям КНЛТ, происходит заметное потепление климата, однако в начале 21 века из-за паузы в глобальном потеплении (1998-2015 гг.) его скорость заметно снизилась. Так, значение КНЛТ для ст. Оренбург для всего периода равно 0,48°С/10 лет, а для 2001-2019 гг. всего лишь 0,18°С/10 лет. Происходят заметные изменения в режиме осадков. Так, КНЛТ, рассчитанные по годовым значениям, в период 2001-2019 гг. на всех станциях за исключением ст. Самара, ОГМС имеют отрицательный знак, что свидетельствует об усилении засушливости в степной зоне ЕЧР. Это происходит за счет летних и осенних месяцев. Так, в октябре на всех рассматриваемых станциях отмечается уменьшение количества осадков.

Таблица 2

Распределение основных климатических показателей в степной зоне

Станции	Январь		Апрель		Июль		Октябрь		Год		Область
	1976-2019	2001-2019	1976-2019	2001-2019	1976-2019	2001-2019	1976-2019	2001-2019	1976-2019	2001-2019	
Самара	-10,4	-9,9	7,0	7,5	21,4	22,1	5,6	6,4	5,6	6,4	Самарская область
	0,36	-1,92	0,43	-0,09	0,55	-0,04	0,86	0,13	0,57	0,2	
	54	57	41	40	52	47	51	55	566	546	
	2,1	0,4	0,7	15,8	-4,0	-11,7	0,1	-14,4	-7,4	7,7	
Октябрьский городок	-9,8	-9,5	6,8	7,2	20,8	21,5	5,5	6,1	5,6	6,4	Саратовская область
	0,18	-2,28	0,36	0,47	0,54	-0,08	0,71	0,48	0,52	0,32	
	36	39	30	30	43	42	35	41	439	437	
	1,8	10,6	0,0	-1,3	-0,6	7,4	2,4	-6,6	-5,1	-28,5	
Оренбург, ЗГМО	-12,3	-12,2	7,1	7,7	22,3	22,7	5,5	6,2	5,3	6,0	Оренбургская область
	0,09	-2,06	0,49	0,78	0,34	0,71	0,77	0,21	0,48	0,18	
	28	26	26	27	41	42	34	37	359	359	
	-1,2	-1,1	1,5	1,6	1,3	-2,1	-1,3	-17,3	-1,9	-32,5	
Каменная степь	-7,4	-7,1	8,3	8,8	20,6	21,8	6,5	7,1	6,7	7,6	Воронежская область
	0,39	-1,42	0,54	0,70	0,89	0,12	0,65	0,08	0,66	0,45	
	39	44	34	7	61	55	45	51	518	524	
	2,2	7,0	0,3	8,6	-2,5	5,6	3,0	-21,8	1,0	-12,3	
Александров-Гай	-9,4	-9,2	9,0	9,2	24,2	24,9	6,9	7,5	7,3	7,9	Саратовская область
	0,16	-2,63	0,25	0,22	0,56	0,23	0,69	0,15	0,49	-0,08	
	32	29	27	27	27	25	30	36	328	312	
	-2,1	0,7	-0,8	-1,9	-2,6	-1,5	2,3	-23,7	-17,2	-27,4	
Цимлянск	-4,3	-3,8	9,9	10,2	23,9	24,9	9,7	10,3	9,6	10,4	Ростовская область
	0,46	-0,46	0,33	0,92	0,81	0,53	0,66	-0,19	0,61	0,57	
	42	46	34	27	43	38	37	46	473	472	
	2,2	8,6	-6,3	2,6	-4,9	6,9	5,9	-17,8	-9,9	-14,0	
Элиста, АМГС	-4,4	-4,1	10,3	10,1	24,9	25,5	9,6	10,2	9,9	10,5	Республика Калмыкия
	0,39	-0,68	-0,02	0,41	0,56	0,19	0,47	-0,44	0,47	0,19	
	24	25	28	27	38	44	31	35	374	395	
	1,5	0,9	0,9	-6,4	2,4	10,0	1,8	-21,0	16,7	-21,6	

Примечание: первая строчка в таблице средняя температура, °С; вторая – КНЛТ температуры, °С/10 лет; третья – средняя сумма осадков, мм; четвертая – КНЛТ осадков, мм/10 лет.

Рассмотрим последствия изменений климата для сельского хозяйства для 3-х Федеральных округов РФ – Приволжского, Южного и Северо-Кавказского. Согласно [9, 10], наблюдаемые тенденции изменения годовой и сезонной температуры воздуха к повышению уже оказали заметное негативное влияние на сборы урожаев зерна. По методике [5, 6] были рассчитаны тенденции агроклиматических показателей для указанных регионов за 1976-2022 гг. *(таблица 3)*.

Таблица 3

Оценка линейных трендов показателей термического и влажностного режима в период 1976-2022 гг. в земледельческой зоне России

Федеральный округ	Средняя температура (Т), °С/10 лет			Дата перехода через 5°С весной, сут./10 лет	Продолж-ть периода Т>5°С, сут./10 лет	Сумма температур, °С/10 лет		Сумма осадков, мм/10 лет			ГТК за май-август, ед./10 лет
	Зима	Весна	Лето			>5°С	>10°С	Зима	Весна	Лето	
Приволжский	0,5	0,4	0,5	-1,1	3,5	93	87	3,0	6,0	-10,1	-0,07
Южный	0,5	0,3	0,7	-3,7	5,5	161	145	-0,2	3,8	-5,3	-0,03
Северо-Кавказский	0,4	0,4	0,6	-3,5	5,5	137	120	5,0	3,8	-3,8	-0,02

Как видно из *таблицы 3*, теплообеспеченность периода активной вегетации сельскохозяйственных культур повсеместно растет. Линейная скорость роста суммы активных температур (Т>10°С) достигает 145°С/10 лет в Южном ФО. Растет продолжительность вегетационного периода (Т>5°С) и периода активной вегетации. И если скорость весенних осадков растет, то летних уменьшается. Тренд гидротермического коэффициента отрицательный, что свидетельствует о росте засушливости в степной зоне. Рост зимних температур достигает 0,5°С/10 лет, что свидетельствует об улучшении условий перезимовки озимой пшеницы.

Климатические риски при возделывании зерновых культур в южных регионах России связаны с ростом повторяемости и интенсивности засух. По данным суточных наблюдений за температурой воздуха и осадками рассчитана повторяемость засухи, которые фиксировались при отсутствии эффективных осадков (более 5 мм в сутки в вегетационный период) за период не менее 30 дней подряд при максимальной температуре выше 30°С. Согласно расчетам, повторяемость засух достигает в среднем и нижнем Поволжье до 60-70% (6-7 случаев за 10 лет). Самые продолжительные засухи зафиксированы в 2010, 2014 и 2018 гг. и их продолжительность достигала ~4 месяцев в Оренбургской области в 2014 г. Наиболее чувствительны к изменению агроклиматических условий оказались основные зернопроизводящие районы, что привело в период 1976-2015 гг. к снижению климатически обусловленной урожайности примерно на 12% (со скоростью ~3% за десятилетие). Отметим также, что сумма активных температур в степной зоне от линии Воронеж – Саратов – Оренбург с севера возрастает к югу от 2800°С до 3500°С (Волгоград). При этом КНЛТ этой суммы меняется от 140°С/10 лет (Воронеж), 110°С/10 лет (Саратов), 90°С/10 лет (Оренбург) до 130 (Волгоград). Сумма активных температур возрастает в юго-западном направлении в ЕЧР.

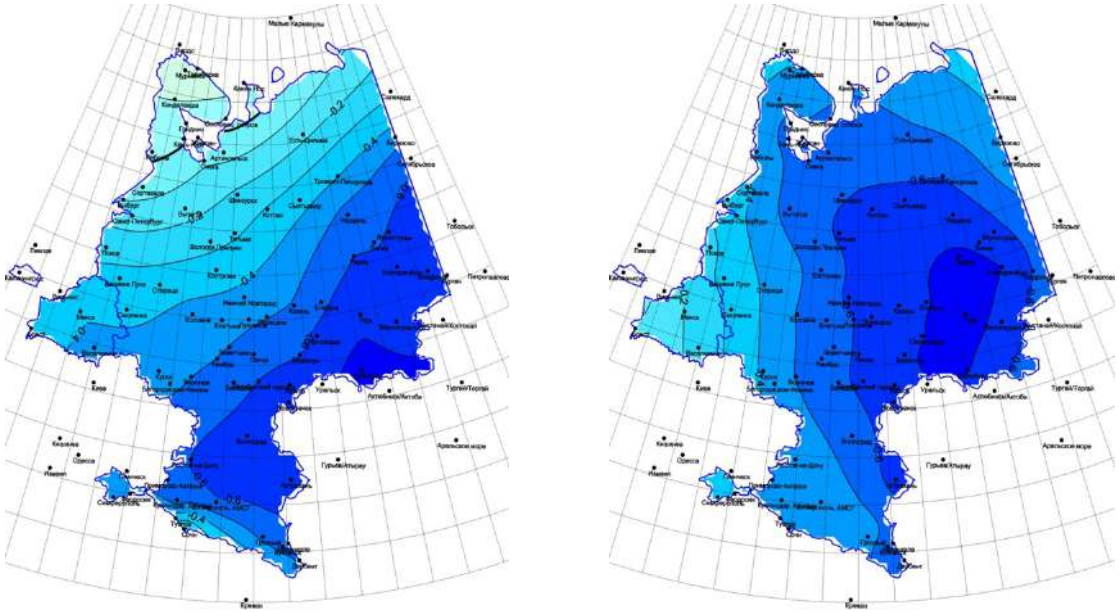
Для оценки влияния циркуляции атмосферы рассчитывались коэффициенты корреляции между индексами атмосферной циркуляции арктической осцилляции (АО), Северо-Атлантического колебания (NAO) и температурой января и июля на всей территории ЕЧР. В период 1950-2019 гг. r (АО, ТВ) в январе достигает значения 0,6 на западе региона, ослабление влияния АО отмечается в центре, на востоке и юге ЕЧР. В июле связи слабые. С индексом NAO картина схожая.

В январе *(рисунок 4*) скандинавское колебание (SCAND) усиливает свое влияние на восточные и южные районы ЕЧР, где r достигает значения -0,6 (происходит выхолаживание территории степной зоны), в июле влияние SCAND слабое и лишь в Предуралье и на юге ЕЧР r≈-0,2. Колебание EAWR наиболее эффективно в июле *(рисунок 4)* особенно в восточной части ЕЧР. Практически вся степная зона ЕЧР находятся под влиянием этой осцилляции (r=-0,6), что способствует охлаждению территории ЕЧР. В январе воздействие EAWR менее эффективно и лишь на крайнем северо-востоке ЕЧР и в Северном Кавказе r=-0,4.

Рассчитанные коэффициенты корреляции между индексами циркуляции и ТВ в период 1976-2019 гг. в целом подтверждает ранее сделанные выводы. В то же время конфигурация изокоррелят несколько меняется. Так, в январе r достигает максимального значения на юго-западе ЕЧР (r=0,6). Сходная картина получается для r (NAO, ТВ). Этот индекс эффективно действует на западе ЕЧР, где значения r достигают 0,7. Летом в степной зоне r≈0,2.

С индексом SCAND связи более тесные в январе на юго-востоке и юге ЕЧР, в степной зоне r=-0,6. Таким образом, скандинавское колебание более эффективно зимой и способствует охлаждению значительной территории ЕЧР. Осцилляция EAWR, напротив, наиболее эффективно влияет на температурный режим почти всей территории ЕЧР (за исключением небольшой юго-

западной части) в летний период. Значения r достигают -0,6, -0,7 на востоке и юге ЕЧР. Таким образом, степная зона подвержена влиянию осцилляций SCAND зимой и EAWR летом.



Январь Июль

Рисунок 4. Коэффициент корреляции температуры и индексов SCAND (январь) и EAWR (июль).

Коэффициенты синхронной корреляции, рассчитанные между температурой воздуха и Атлантико-мультидекадной осцилляцией (AMO) в период 1966-2020 гг. показали, что наилучшая корреляция устанавливается по годовым значениям (r достигает 0,5 для станции Саратовской области). Асинхронные корреляции, рассчитанные для отдельных месяцев, оказались более высокими, чем синхронные (сдвиг в июле 1 год, в октябре от 1 до 4 лет).

Выводы

1. Выявлен рост суммарной и фотосинтетически активной солнечной радиации в степных районах ЕЧР, что свидетельствует о повышении уровня их теплообеспеченности, особенно в летний период, что благоприятно сказывается на продуктивности сельскохозяйственных культур.

2. В целом в ЕЧР в XX-XXI веках происходит потепление климата с наибольшей скоростью в зимний период. Показано, что в период 2001-2019 гг. из-за паузы в глобальном потеплении произошло заметное снижение роста температуры. В степной зоне ЕЧР по данным ряда метеостанций в этот период за счет летних и осенних месяцев уменьшалась годовая сумма атмосферных осадков.

3. Сумма активных температур в степной зоне меняется в пределах от 2800 до 3500°С. При этом скорость ее роста в период 1976-2022 гг. достигла в Южном федеральном округе 145°С/10 лет, а сумма атмосферных осадков, наоборот, в летний период уменьшается со скоростью от 3,8 до 10,1 мм/10 лет, что свидетельствует о росте засушливости в степной зоне.

4. В зимний период, согласно данным корреляционного анализа, Северо-Атлантическое колебание способствует повышению температуры, Скандинавское колебание приводит к ее снижению. В летний период наиболее активно ведет себя осцилляция EAWR, под влиянием которой происходит охлаждение на рассматриваемой территории.

Список литературы

1. Мохов И.И. Изменения климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования // Вестник РАН. 2022. Т. 92. № 1. С. 1-14.

2. Переведенцев Ю.П., Васильев А.А., Шерстюков Б.Г., Шанталинский К.М. Климатические изменений на территории России в конце XX – начале XXI века // Метеорология и гидрология. 2021. № 10. С. 14-16.

3. Титкова Т.Б., Золотокрылин А.А., Тарасова М.А. Соотношение тепла и влаги в сельскохозяйственных районах юга России в летний период при изменении климата // Метеорология и гидрология. 2023. № 9. С. 72-85.

4. Черенкова Е.А. Роль изменений атмосферной циркуляции в увеличении повторяемости летних засух на европейской части России // Метеорология и гидрология. 2023. № 9. С. 43-60.

5. Педь Д.А. Об определении дат устойчивого перехода температуры воздуха через определенные значения // Метеорология и гидрология. 1951. № 10. С. 38-39.

6. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем / Под ред. С.М. Семенова. М.: Росгидромет, 2012. 507 с.

7. Бучинский Н.Е. Засухи и суховеи. Л.: Гидрометеоиздат, 1976. 214 с.

8. Грингоф И.Г., Пасечнюк А.Д. Агрометеорология и агрометеорологические наблюдения. СПб.: Гидрометеоиздат, 2005. 551 с.

9. Павлова В.Н., Караченкова А.А. Оценка изменений климатически обусловленной урожайности яровой пшеницы в земледельческой зоне России // Фундаментальная и прикладная климатология. 2020. № 4. С. 68-87.

10. Сиротенко О.Д. Имитационная система «Климат-Урожай» // Метеорология и гидрология. 1991. № 4. С. 67-73.

УДК 911.2
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1009-1012

ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ КАРЬЕРНО-ОТВАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ВОСТОЧНОГО ОРЕНБУРЖЬЯ

NATURAL AND MAN-MADE GEOSYSTEMS OF QUARRY DUMP COMPLEXES OF THE EASTERN ORENBURG REGION

*Петрищев В.П.[1,2], **Пономарева Г.А.[1]
*Petrishchev V.P.[1,2], **Ponomareva G.A.[1]

[1]Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия
[2]Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
[1]Orenburg State University, Orenburg, Russia
[2]Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: *wadpetr@mail.ru, **galy.ponomareva@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные направления исследования природно-техногенных геосистем карьерно-отвальных комплексов с особым акцентом на отработанные медноколчеданные месторождения и методы их изучения. Уделяется внимание факторам морфологической дифференциации элементов техногеосистем, перспективам их использования в качестве вторичных месторождений, возможностям рекультивации и экологической реабилитации. Особое внимание уделяется вопросам самовыщелачивания отвалов под воздействием атмосферных осадков, особенностям образования техногенных почв для дальнейшей рекультивации отвалов, развитию фитобарьеров, общим вопросам необходимости извлечения редких и благородных металлов из старых отвалов и важности экологической реабилитации отвальных комплексов. Среди ключевых задач анализа морфологическорй структуры техногенного ландшафтного комплекса выделялись следующие: оценка степени проявления естевенных факторов ландшафтной дифференциации и выявление роли процессов, связанных с горно-добывающим производством; анализ корреляции элементов отвального комплекса с элементами карьерного комплекса с использованием данных классификации спутниковой информации и комбинации каналов различных частотных диапазонов, данных геохимического анализа грунтов, подотвальных и карьерных вод, информации, полученной на основе георадарной съемки; выявление особенностей морфологической структуры ландшафтов техногенного происхождения, связанного с добычей медноколчеданных руд.

Ключевые слова: техногеосистема, карьерно-отвальные комплексы, рекультивация, геохимическая катена, самовыщелачивание.

Abstract. The article discusses current research areas of natural and man-made geosystems of quarry-dump complexes with a special focus on spent copper-crusted deposits and methods of their study. Attention is paid to the factors of morphological differentiation of elements of technogeosystems, the prospects of their use as secondary deposits, the possibilities of reclamation and environmental rehabilitation. Special attention is paid to the issues of self-leaching of dumps under the influence of atmospheric precipitation, the peculiarities of the formation of man-made soils for further reclamation of dumps, the development of phytobarriers, general issues of the need to extract rare and precious metals from old dumps and the importance of environmental rehabilitation of dump complexes. Among the key tasks of analyzing the morphological structure of a man-made landscape complex, the following were distinguished: assessment of the degree of manifestation of natural factors of landscape differentiation and identification of the role of processes associated with mining production; analysis of the correlation of elements of the dump complex with elements of the quarry complex using data from the classification of satellite information and a combination of channels of various frequency ranges, data from geochemical analysis of soils, sub-basement and quarry waters, information obtained on the basis of georadar survey; identification of the features of the morphological structure of landscapes of man-made origin associated with the extraction of copper ores.

Key words: technogeosystem, quarry dump complexes, reclamation, geochemical catena, self-leaching.

Введение. Природно-техногенные геосистемы карьерно-отвальных комплексов медноколчеданных месторождений, сложившиеся в восточной части Оренбургской области, представляют собой классический пример техногеосистем, функционирующих при относительно небольшом участии природных факторов ландшафтной дифференциации. Отличия данных техногеосистем от окружающих зональных степных комплексов заключаются

в первую очередь в резко геохимической контрастности и развитии внутренних закономерностей дифференциации их элементов. Одним из факторов выступает корреляция отдельных фрагментов отвалов с участками карьеров, откуда были извлечены горные породы. Например, такая корреляция довольно отчетливо отмечается для вскрышных пород. На космоснимках отчетливо прослеживаются одни и те же классы вскрышных пород в отвалах и карьерах. Подобным примером, который подтвержден геохимическими данными, является корреляция участков с «бедными» рудами на крыше отвала с их участками по бортам карьеров. Еще одним фактором дифференциации, который проявляется на геохимическом уровне, служит аккумулирующая роль карьерных вод, подотвальных ручьев, а также техногенных родников. Значение их в качестве коллекторов с наибольшей концентрацией всех металлов, в т.ч. редких и благородных, прослеживается на всех без исключения карьерно-отвальных комплексах.

Материалы и методы. Среди методов, которые использовались для анализа структуры техногенных геосистем, следует выделить в первую очередь применение классификации космических снимков, которые совпадали по времени со временем отбора проб грунта и воды из карьерно-отвального комплекса. Для классификации выстраивалась комбинация каналов: Red (4)/Blue (2) и SWIR3 (7) – Green (3) – Coastal/Aerosol (1). Первая комбинация представляет собой индекс содержания оксида железа, а вторая – выделяет классы с открытыми горными породами. Для формирования комбинаций каналов использовался калькулятор растров в Q-GIS. Дальнейшая обработка данных проводилась путем объединения всех полигонов по каждому классу. Визуализация полученных классов проводилась на основе их размещения по ортофотопланам и топографическим картам.

Аналитической частью работы стало сопоставление полученных классификаций с показателями отбора проб, которые выводились как через цифровые значения по точкам отбора, так и путем построения картограмм.

Еще одним методом, который применялся при изучении техногенных геосистем, было георадарное профилированиес использованием георадара Лоза – Н с глубиной сканирования до 150 м. Общая протяженность маршрутов георадарной съемки составила 1200 метров. При георадарном профилировании основной целью стало выявление особенностей залегания пород, относящихся к верхнему ярусу отвала. Было выявлено залегание рыхлых пород по периферии отвала. Они фиксировались как с помощью георарадрного профилирования, так и на основе классификации оксидов железа. Георадарное профилирование показало, что отчетливо дифференцируются рыхлые присклоновые сильно трещиноватые грунты и блоки плотных отвальных пород, разделенных глубокими трещинами. Неоднородность отвальной толщи фиксируется фрагментами котловин, заполненных рыхлыми отложениями.

Результаты исследований и их обсуждение. Сравнение техногеосистем медноколчеданных месторождений восточной части Оренбургской области позволяет выделить среди них как уже сложившиеся со сложной морфологической структурой геосистемы Гайского и Блявинского месторождений, формирующиеся техногеосистемы отработанных месторождений Барсучий Лог и Яман-Касы и техногеосистемы действующих карьеров месторождений Летнего, Осеннего, Весенне-Аралчинского, Джусинского, Левобережного. Поскольку разработка колчеданных руд в таких месторождениях еще не успела оказать большого влияния на окружающие степные геосистемы, подотвальные воды, развитие аномальных геохимических геополей и процессы фитовыщелачивания малозаметны.

Формирование техногеосистем медноколчеданных месторождений определяется длительностью как процесса разработки месторождения, так и давностью прекращения горнодобывающих работ, а также размерами месторождения и геолого-минералогическими особенностями оруденения. Характерной особенностью всех выше перечисленных техногеосистем месторождений является формирование геохимического ореола концентраций тяжелых металлов, длинная ось которого направлена от отвала в сторону местного водотока, дренирующего локальный бассейн, в пределах которого располагается техногеосистема. Это еще раз показывает о необходимости рассматривать техногеосистемы медноколчеданных месторождений в рамках парадинамических геосистем бассейнового типа.

Таким образом, в Оренбургской области формируется новый тип горно-промышленных геосистем, связанный с рудными месторождениями, на которых велась или ведется добыча руд цветных металлов

Следует отметить, что интерес к исследованию техногеосистем карьерно-отвальных комплексов развивается достаточно давно и имеет различную направленность. Одно из

направлений связано с исследованием техногенного почвообразования. Установлено, что техногенные почвы при своей фрагментарности выделяются высокой плотностью при свойствах органического вещества, часто отличающихся от окружающих зональных почв [1]. Учитывая, что почвообразующий субстрат карьерно-отвальных комплексов медноколчеданных месторождений резко отличается от вмещающих зонально-степных почв, тренды их развития окажутся существенно иными. Очевидно, что для эффективной рекультивации техногеосистем необходима подробная классификация почв, причем отдельно для каждого вида техногеосистем. Например, отдельная классификация для почв карьерно-отвальных комплексов медноколчеданных месторождений, сочетающая широтно-зональные факторы с генетической классификацией медноколчеданных месторождений по лито-фациальным и структурным особенностям [2]. Среди оптимальных свойств почв, увеличивающих эффективность рекультивации, отмечается снижение каменистости и щебенчатости в верхних горизонтах, развитие элювиальности с повышением мелко- и тонкодисперсности [3].

Очень интересными являются исследования биогенных факторов рекультивации техногенных геосистем. Разработаны методы прогнозирования развития сукцессионных сообществ при проведении рекультивации карьерно-отвальных комплексов. Главная идея таких методов заключается в классификации сообществ с выделением ксероморфных, мезоморфных и гигроморфных групп, находящихся как на различных стадиях рекультивации, так и соответствующих особенностям техногеосистем [4]. В целом, подчеркивается, что ландшафтная оптимизация техногеосистем в формате превращения их в многофункциональные рекреационные зоны представляет собой наиболее эффективный способ их эколого-экономической трансформации.

Одним из интересных межкомпонентных взаимодействий в техногенных геосистемах выступает развитие фитобарьеров, сглаживающих геохимические градиенты, снижение геохимической обусловленности нижележащих элементов геосистем, отсутствие корреляции концентрации тяжелых элементов в литогенной основе, техногенных и природно-техногенных водах, донных отложениях, почвах, растительности [5]. Наиболее высокими значениями концентраций металлов характеризуются нижние уровни техногенных катен – карьерные водоемы, подотвальные ручьи и техногенные родники. Характерной чертой техногеосистем является формирование ореолов рассеяния в почвах и растительности, что определяет формирование радиально расходящихся от техногеосистемы геохимических спектров геосистем.

Во многих исследованиях обсуждается экономическая целесообразность переработки отвальных комплексов, в том числе и отвальных комплексов месторождений Урала [6]. При этом делается упор на том, что с одной стороны отвалы содержат ценные элементы, в т.ч. редкие и благородные металлы, например, во вскрышных отложениях, а с другой, карьерно-отвальные комплексы давно превратились в экологическую проблему для близлежащих городов и населенных пунктов. Они стали как стихийными свалками, так и источником атмосферного самовыщелачивания и загрязнения окружающей гидрографической сети. Построена модель экономической рентабельности вторичной переработки отвалов на основе концепции устойчивого развития, эффективности использования ресурсов техногенных месторождений, расположенных в районах с высоким уровнем освоенности, развитой транспортной сетью, высокой численностью и компетентностью населения, вместо освоения первичных ресурсов, зачастую расположенных в труднодоступных районах [7].

Среди направлений рекультивации техногенных ландшафтов рудных месторождений рассматриваются два направления [8]. При этом следует учитывать, что карьерно-отвальные комплексы медноколчеданных месторождений представляют собой агрессивную в геохимическом отношении среду, обладающую уже сложившимся взаимодействием между природными компонентами. Первое направление связано с полной реабилитацией природной среды и возвращением к естественному ландшафту, соответствующему широтно-зональным условиям. Данный процесс может быть реализован путем нивелировки карьеров шламовыми отходами и породами отвалов. Требуется также полная переработка отвалов и подотвальных вод с учетом накопления в них ценных и редких элементов. Второе направление заключается в формировании нового ландшафта на основе имеющейся структуры существующего техногенного рельефа. Это включает формирование, например, ступенчато-ярусных склонов по отвалам с высадкой лесных культур и трав.

Заключение. Использование комплексных данных – данных дистанционного зондирования, георадарного профилирования и геохимического анализа грунтов и техногенных

вод – позволяет выявить особенности формирования ярусной структуры карьерно-отвальных комплексов техногеосистем, образовавшихся в результате горнодобывающей деятельности. Особенности техногеосистем медноколчеданных месторождений проявляются через ряд характерных черт. Характерные особенности техногеных геосистем: резкое снижение разведанных запасов руд цветных металлов при сокращении геологоразведочных работ; наличие крупных по объемам отвалов (более 300 млн $м^3$) с извлеченными на поверхность, измельченными и доступными для выщелачивания «бедными» рудами и вскрышными грунтами; возможность извлекать не только цветные, но и редкие металлы, что существенно повышает рентабельность переработки отвалов; отсутствие информации о запасах всего спектра ценных элементов в отвалах и технологического ряда их извлечения; крупные участки территории, занятой отвалами и, карьерными озерами и шламохранилищами, на ценных пригородных землях, в т.ч. принадлежащим муниципалитетам городских округов; крайне отрицательное воздействие техногеосистем отвалов и карьеров на экологическое состояние городских территорий.

Статья подготовлена при поддержке гранта РНФ № 23-27-10006 «Анализ формирования техногенных геосистем в результате разработки рудных месторождений в Оренбургской области в целях рационализации рекультивационных мероприятий».

Список литературы

1. Sokolov D.A., Androkhanov V.A., Abakumov E.V. Soil formation in technogenic landscapes: trends, results, and representation in the current classifications (Review) // Tomsk State University Journal of Biology. 2021. No. 56. P. 6-32. DOI: 10.17223/19988591/56/1.

2. Прокин В.А., Серавкин И.Б., Буслаев Ф.П. [и др.]. Медноколчеданные месторождения Урала: Условия формирования. Екатеринбург: Уральское отделение РАН, 1992. 308 с.

3. Соколов Д.А., Гуркова Е.А., Соколова Н.А. Литогенный потенциал почвообразования в техногенных ландшафтах угледобывающих месторождений Сибири // Экология и промышленность России. 2022. Т. 26. № 11. С. 48-54. DOI: 10.18412/1816-0395-2022-11-48-54.

4. Ivakina E.V. Formation of habitats in technogenic landscapes // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1045. No. 1. P. 012133. DOI: 10.1088/1755-1315/1045/1/012133.

5. Опекунов А.Ю., Опекунова М.Г., Сомов В.В. [и др.]. Влияние разработки Сибайского месторождения (Южный Урал) на трансформацию потока металлов в подчиненных ландшафтах // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2018. № 1. С. 14-24.

6. Макаров А.Б. Техногенно-минеральные месторождения Урала: специальность 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения»: Автореф. дис. … д-ра геол.-минерал. наук / Макаров Анатолий Борисович. Екатеринбург, 2007. 41 с.

7. Потравный И.М., Новоселов А.Л., Новоселова И.Ю. Оптимизация использования ресурсов техногенных месторождений с учетом факторов неопределенности // Экономика региона. 2017. Т. 13. № 4. С. 1280-1290. DOI: 10.17059/2017-4-24.

8. Gordin I.V., Ryumina E.V. The ecological and economic achievements in landscape optimization of technogenic reliefs // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 2. Evolution of Biosphere and Technogenesis (2nd EBT 2021). 2022. Vol. 962. P. 012013. DOI: 10.1088/1755-1315/962/1/012013.

УДК 902.2; 338.482.22
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1013-1020

ИСТОРИКО-АРХЕОЛОГИЧЕСКИЙ ЛАНДШАФТ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ТЕЕТКАН (ЧЕСМЕНСКИЙ РАЙОН ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ) И ЕГО ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

HISTORICAL AND ARCHAEOLOGICAL LANDSCAPE IN THE MIDDLE PART OF TEETKAN RIVER (CHESMA DISTRICT OF CHELYABINSK REGION) AND ITS TOURIST AND RECREATIONAL CAPABILITY

Петрова Л.Ю.[1], Закирова А.С.[2]
Petrova L.Yu.[1], Zakirova A.S.[2]

[1]Чесменский историко-краеведческий музей им. А.Н. Беликова, Чесма, Россия
[2]Музей-заповедник «Аркаим», Челябинск, Россия
[1]Chesma Historical and Local-Historical Museum of A.N. Belikov, Chesma, Russia
[2]Museum and Reserve «Arkaim», Chelyabinsk, Russia

E-mail: [1]chesmamuzey@yandex.ru, [2]center_arkaim@mail.ru

Аннотация. Археологический туризм – одно из перспективных направлений регионального туризма, интенсивно развивающееся в последние годы. В Чесменском районе Челябинской области реализуются программы по изучению и популяризации археологических и этнографических объектов. Одна из перспективных для развития археологического туризма территорий – долина реки Теткан в окрестностях поселка Редутово. Здесь изучено более 20 объектов археологии и этнографии различных типов и исторических периодов: поселения эпохи бронзы, менгир, могильники и одиночные курганы раннего железного века и средневековья, казахские поселения (аулы) и связанные с ними кладбища (зираты) Нового времени; русские приисковые поселки начала XX века. С каждым местом связаны легенды о природных духах и обряды, проводимые местными жителями вплоть до настоящего времени. Природные и культурные объекты интерпретируются населением Редутово в соответствии со своими представлениями о мироустройстве. Благодаря комплексу археологических, этнографических объектов и фольклора окрестности поселка Редутово рассматриваются как территория, обладающая значительным туристско-рекреационным потенциалом, и представляющая интерес не только для местного населения, но и для туристов из России и Казахстана.
Ключевые слова: туризм, археология, этнография.

Abstract. Archaeological tourism – one of the promising trend of development in the sphere of local tourism, increasing lately. Some programs studying and popularizing archaeological and ethnographic objects are accepted in Chesma district of Chelyabinsk Region. One of the promising for archaeological tourism territory is an area near Redutovo settlement that is in the Valley of Teetkan River. There are more than 20 archaeological and ethnographic objects studied. These are settlement of the Bronze Age, a menhir, the burial grounds of the Early Iron Age and Middle Ages, Kazakh settlements and cemeteries, Russian settlements of the beginning of XX century. Each location has its legends and rituals that are executed by local habitants nowadays. Residents in Redutovo interpret natural and cultural objects according to their world vision and traditions. Because of archaeological, ethnographic objects and folklore the area around Redutovo can be considered as a territory with great tourist and recreational capability and a territory of interest for many people not only in the region, but also in Russia and Kazakhstan.
Key words: tourism, archaeology, ethnography.

Введение. В последнее время наблюдается рост интереса к развитию местного и регионального туризма, обусловленный повышением спроса на него со стороны населения и туроператоров. Одним из перспективных направлений внутреннего туризма является археологический. В степных регионах Урала имеется опыт как систематизации в туристских целях археологического наследия на уровне региона, так и реализации конкретных проектов [1].

В Челябинской области ярким примером развития археологического туризма является деятельность музея-заповедника «Аркаим».

Опытом работы в сфере археологического и этнографического туризма на муниципальном уровне обладает и Чесменский район Челябинской области, где в 2010 году по инициативе Л.Л. Гайдученко была принята первая в регионе программа по изучению археологических памятников, их популяризации и разработке экскурсионных маршрутов [2], а позднее создано структурное подразделение районного музея – Центр сельского туризма,

краеведения и ремесел. На основе раскопок поселения эпохи бронзы Архангельский Прииск в 2010-2013 гг. (авторы раскопок Л.Ю. Петрова, В.А. Куприянов) были организованы маршруты археологического туризма в его традиционном понимании [3], включая целевые экскурсии и волонтёрские программы, которые за 3 года посетили свыше 1000 человек (жители района, области, страны, зарубежья); разработаны и реализованы образовательные программы для детей и подростков. Одним из итогов стало и детальное изучение, систематизация археологических памятников долины реки Черная (правый приток р. Уй), заложившее основу для проведения историко-культурных экскурсий «Река Черная – Река Времени» вне археологических раскопок, в т.ч. на объектах, утративших свою материальность. В течение сезона 2023 года районным музеем здесь реализовано 2514 билетов услуги выездных экскурсий.

В ходе археологических разведок и этнографических исследований в Чесменском районе выявлена еще одна перспективная для развития археологического туризма дестинация, включающая в себя яркие памятники различных эпох в долине реки Тееткан у пос. Редутово. На базе проведенных исследований, при поддержке Президентского фонда культурных инициатив разработано несколько маршрутов: «Тысячелетия Великой Степи», «Сакральные пространства», «Народы степи», включающих в себя археологические памятники, этнографические объекты, национальный (татарский) поселок Редутово с музеефицированной постройкой 1907 года.

В 2023 году окрестности поселка Редутово с памятниками археологии и этноархеологии стали местом проведения акции Российского географического общества «Ночь географии» как территория, наиболее полно демонстрирующая приспособление людей к ландшафту и климату в определенные исторические периоды [4].

По оценке д.и.н., директора Научно-образовательного центра евразийских исследований ЮУрГУ Александра Дмитриевича Таирова окрестности поселка Редутово интересны тем, что на компактной территории сконцентрированы памятники, охватывающие все исторические эпохи, начиная с каменного века и заканчивая этнографическими объектами. Особенностью местности вокруг поселка является и то, что она хозяйственно используется только для выпаса скота, а потому рельеф сохранился в неизменном виде, в окружении степного ландшафта [5].

В долине реки Тееткан на ее отрезке, прилегающем к Редутово, проводились комплексные археолого-этнографические исследования, результаты которых приведены ниже.

Результаты исследований. В ходе полевых работ изучено более 20 объектов археологии и этнографии различных типов: поселения эпохи бронзы и культовое сооружение – менгир; могильники и одиночные курганы раннего железного века и средневековья; казахские поселения (аулы) и связанные с ними кладбища (зираты) Нового времени; русские приисковые поселки начала XX века *(рисунок 1)*.

Река Тееткан – левобережный приток Верхнего Тогузака (бассейн р. Иртыш), маловодная степная река, на которой располагаются два населенных пункта: Редутово и районный центр Чесма. Русло зарегулировано плотинами.

Древний период обживания людьми долины реки Тееткан представлен памятниками эпохи камня и бронзы: многослойным поселением Тееткан (Редутово 1), на площадке которого также обнаружены следы стоянки каменного века, и менгиром Пастуший Камень. Оба объекта расположены на левом берегу реки: поселение – на вытянутой площадке надпойменной террасы, менгир – на склоне холмистого возвышения, обращенного к реке, к северо-востоку от поселения. Крупный массивный камень, поставленный на ребро, прямоугольной формы, подработан в верхней части за счет скругления углов. Менгир ориентирован по направлению запад – восток с небольшим отклонением. Выступает над поверхностью на высоту 0,9 м. На верхней площадке камня и на широкой грани, обращенной к реке, выбиты надписи начала XX века.

Менгир может рассматриваться одновременно и в качестве объекта этнографии: одиночный камень со следами подработки, поздними выбивками инициалов и дат (начало XX века) расценивается местными жителями как «пастуший камень» («Койшынытас», от қойшының тасы – камень чабанов; также используется вариант, больше относящийся к местности «Малшы» – место, у которого надо искать скот, или просить о его возвращении).

Широко представлены в долине реки Тееткан погребальные сооружения эпохи раннего железа и средневековья: одиночные курганы и могильники. Среди первых наиболее масштабным является курган Уббакуль, расположенный на северо-восточном берегу одноименного озера – мелкого бессточного водоема с котловиной естественного суффозионного происхождения. Земляная насыпь имеет овальную форму, вытянутую по направлению восток-северо-восток – запад-юго-запад. Размеры 29×41 м, высота 1,7 м. На кургане фиксируются многочисленные

повреждения: полы срезаны, в центре находится грабительский вкоп – яма размерами 4×8 м и глубиной 0,8 м. Насыпь покрыта многочисленными рытвинами, через вершину проложена полевая дорога.

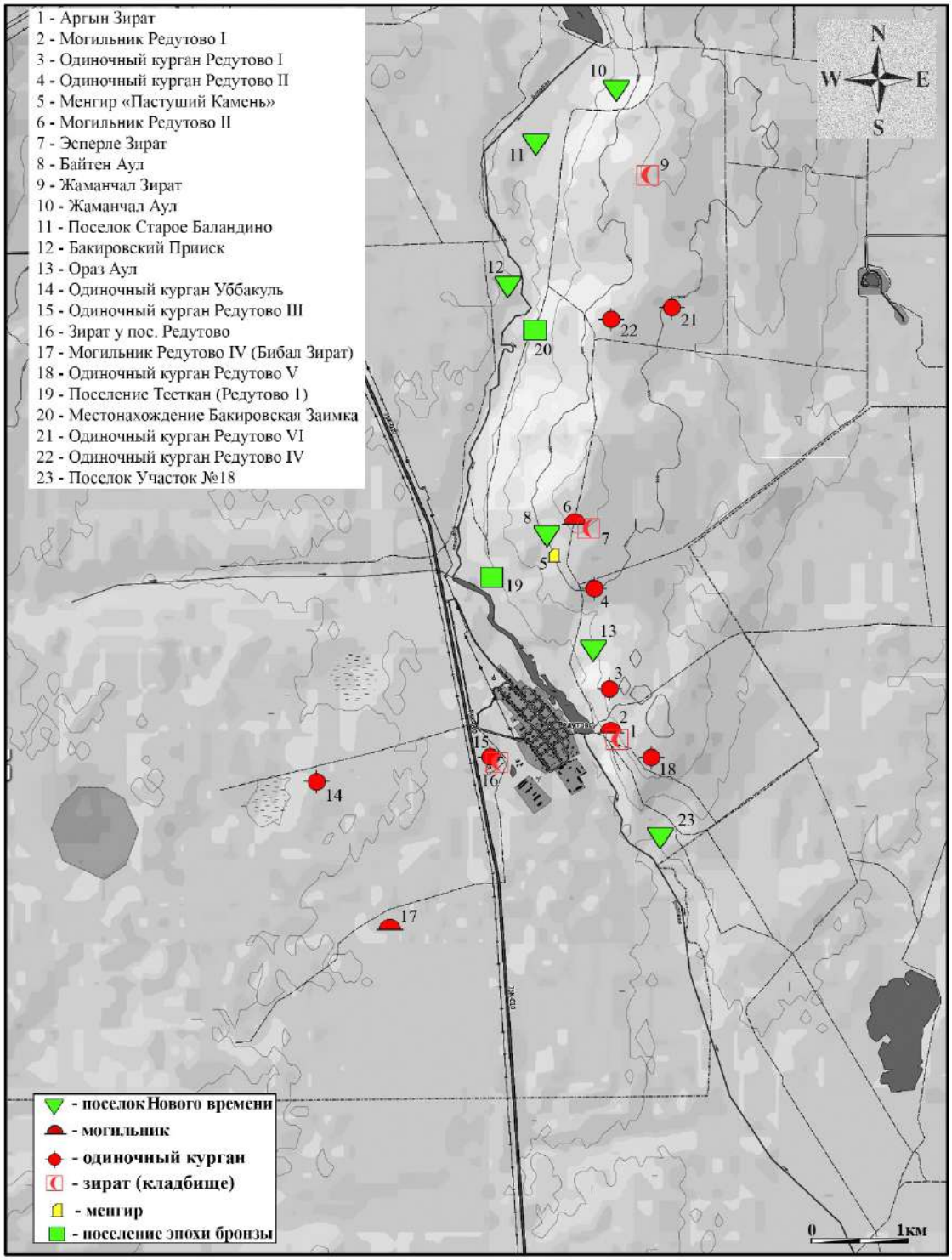


Рисунок 1. Карта археологических и этноархеологических памятников в окрестностях поселка Редутово.

Могильники зачастую образуют единый комплекс с некрополями Нового времени – казахскими кладбищами-зиратами, причем неподалеку, как правило, находится и одиночный курган раннего железного века. Эта пространственная взаимосвязь погребальных объектов устойчиво повторяется и превращается в некую закономерность, имеющую, вероятно, сакрально-семантический подтекст.

Памятники позднего периода, помимо зиратов, представлены также остатками аулов и небольших поселков, основанных возле приисков по добыче золота. К сожалению, на территории Чесменского района не сохранилось руинированных русских поселений начала XX века – располагаясь на тех же местах, что и современные населенные пункты, они оказались перекрыты более поздними строениями.

В долине реки Тееткан известно несколько зиратов, из которых наибольший интерес с точки зрения археологического туризма представляют Аргын-Зират, Эсперле-Зиртат и Жаманчал-Зират.

Аргын-Зират – заброшенное мусульманское (казахское) кладбище, хорошо известное жителям поселка Редутово. Рядом с ним, в 0,5 км к юго-западу находится сакральное место – Аулие Таш, небольшой скальный выход на берегу р. Тееткан, который является наследием древнего культа мазаров (поклонения святым местам). Зират расположен на холмистом левом берегу реки, в местности открытого характера, со степной растительностью. Высота над урезом воды составляет 20 м. Река в районе памятника протекает в направлении с север-северо-запада на юг-юго-восток; русло широкое, слабо извилистое, с открытой водной гладью. По обоим берегам напротив зирата пойменное пространство широкое, на нем находятся три небольших озера родникового происхождения. Они расположены цепочкой вдоль реки, имеют овальную форму, возле береговой линии густо заросли камышом. Местные жители называют их «занавешенные озера» («Перде-Куль»), вероятно, из-за зарослей камыша, либо из-за частых туманов, наблюдаемых в низине.

В ходе полевого обследования на зирате зафиксировано 61 погребальное сооружение различных типов и хронологических периодов. Они расположены плотно друг к другу, тем не менее, прослеживается несколько нечетко выраженных рядов с общей направленностью северо-запад – юго-восток, что соответствует и ориентировке захоронений. Выявлены следующие виды погребальных сооружений: *оградки без стел* (41), *оградки с анэпиграфными стелами* (16), в том числе тамгами (14), *захоронения с памятниками с арабографической эпитафикой* на старотатарском (4 одиночные стелы). К эпиграфическим памятникам современными жителями поселка делаются небольшие подношения (монеты, конфеты).

Кладбище хорошо задерновано и густо заросло степной растительностью и чилигой, однако оградки и стелы читаются хорошо. Все оградки – овальной (иногда близкой к округлой), квадратной или прямоугольной формы. Согласно материалам землепользования и надписям на стелах, некрополь датируется второй половиной XIX – началом XX вв.

Зират пристроен к более раннему курганному могильнику (Редутово I), который находится северо-западнее. Расстояние между оградками кладбища и крайними курганами составляет несколько метров. На местности фиксируются 23 кургана, в расположении которых прослеживается определенная линейность: они образуют три ряда с общей направленностью север-северо-восток – юг-юго-запад. При этом в юго-восточной части могильника плотность погребальных сооружений выше. Из общих конструктивных характеристик следует отметить относительно небольшие размеры курганов, их преимущественно вытянутую (овальную) форму и превалирующую ориентировку в направлении северо-запад – юго-восток, использование камня для сооружения насыпи.

Эсперле-Зират расположен севернее и выше по течению реки, также на левом ее берегу, на высоте 33 м над урезом воды. Русло реки Тееткан находится в 1,2 км западнее. Площадка представляет собой уплощенную возвышенность с ровной поверхностью, покрытую густой степной растительностью. Некрополь состоит из двух разновременных частей, пристроенных друг к другу и разграниченных обваловкой и рвом. По форме они представляют собой смыкающиеся прямоугольники, ориентированные по линии северо-восток – юго-запад. Их общая сторона изогнута. По периметру кладбище имеет общее ограждение в виде рва и обваловки с внешней стороны. Ширина рва 1,5 м, глубина около 0,3 м. Общие размеры зирата по периметру 92×98 м.

Северо-западная часть – более старая, юго-восточная – более поздняя, относится к XX в. Последние захоронения здесь датируются 2010-ми годами. В целом кладбище принадлежит казахскому роду Эсперле, однако в настоящее время его представители проживают в Варненском районе Челябинской области и зират перестал быть действующим некрополем. Последние захоронения в его новой части принадлежат уже не Эсперле, а другому казахскому роду – Каракыз.

В ходе полевого обследования на Эсперле-Зирате зафиксировано 123 погребальных сооружения различных типов и хронологических периодов. Ограды хорошо читаются на местности, однако из-за многочисленных пристроев не всегда можно разграничить погребения. В пределах кладбища захоронения расположены очень плотно, зачастую, пристроены друг к другу; встречаются более поздние подзахоронения к могилам предков. Судя по датам на нескольких стелах с эпитафиями, погребения в старой части зирата совершались вплоть до середины прошлого века. Два захоронения, обнесенные железной оградой, датируются 1952 и 1957 гг. По сообщениям местных жителей, при одной из попыток «прихоронить» в 70-е гг. прошлого века в могиле были встречены кости ранее погребенных, после чего старое кладбище оставили в покое и обустроили более новую часть. Проследить какие-то закономерности в расположении погребений сложно из-за их большой плотности. В целом заметно общее направление длинных рядов захоронений с юго-запада на северо-восток.

На Эсперле-Зирате присутствуют следующие типы погребальных сооружений: *ограды без стел*; *торткулаки* (3); *отдельно стоящие стелы с эпитафикой (10)*; *ограды с эпиграфными стелами (2)*; *ограды с антропоморфными стелами* (2); *ограды с анэпиграфными стелами* (2); *земляные насыпи*. В общей сложности насчитывается 15 стел с арабографичной эпитафикой. Большинство из них, как показывает статистика – отдельно стоящие памятники. 3 эпиграфные стелы входили в состав сооружений-торткулаков, одна находилась в составе каменной ограды, одна – вынесена за ее пределы. На этой стеле имеется тамга рода Кипшак; еще одна такая же тамга встречена на анэпиграфной стеле в составе ограды.

На той же площадке, что и Эсперле-Зират, в западной ее части находится курганный могильник Редутово II, к которому пристроено кладбище, состоящий из 5 насыпей, который предварительно датирован эпохой раннего железа – средневековьем.

Третий зират – Жаманчал – расположен еще дальше от поселка Редутово, к север-северо-востоку от первых двух, также на левом берегу реки Тееткан. Он находится на открытой равнине коренного берега, на ровной площадке без выраженных перепадов высот. Рельеф плавно понижается на юг, запад и восток. Все пространство вокруг занято под пашню. Сам зират не распахивается. Территория кладбища ограничена рвом и обваловкой. Имеет форму пятиугольника, ориентированного по линии запад-восток. Размеры: по северной стороне – 92 м, по северо-западной – 81 м, по юго-западной – 16 м, по южной – 93 м, по восточной – 75 м. Площадь по границам рва – 7387 м^2. Ширина ограничительного рва – 2,3-2,5 м, глубина 0,3-0,5 м. Поскольку кладбище опахано, пространство внутри границ и прилегающие участки хорошо задернованы, покрыты степной растительностью.

На зирате обнаружено лишь несколько объектов: два захоронения с каменными оградами, частично сохранившиеся, и две грунтовые конструкции, одна из них со стелой. Кроме того, на кладбище найден крупный хорошо задернованный камень неясного происхождения – возможно, также принадлежащий захоронению или одиночная стела.

Еще один исследованный зират находится на западной окраине поселка Редутово. По сообщениям местных жителей, кладбище существует с 1902 года, однако самые старые захоронения на нем датируются 1898 годом. Впоследствии, уже после основания поселка, к зирату было пристроено современное мусульманское (татарское) кладбище, т.е. жители поселка, в основном татары, продолжали хоронить возле старой части. В результате зират оказался окружен с северо-восточной и юго-восточной сторон могилами XX-го и XXI-го столетия. Современное кладбище продолжает действовать и в настоящее время.

В ходе полевого обследования выяснилось, что зират, в свою очередь, был пристроен к еще более раннему погребальному сооружению – одиночному кургану, датированному ранним железным веком. Курган находится в восточной части кладбища.

На зирате присутствуют следующие типы захоронений: *одиночные стелы*, как эпиграфные, так и без надписей, и *торткулаки*. Отличительной особенностью некрополя является отсутствие на нем каменных оград. Точное количество погребений, представленных одиночными стелами, установить не удалось, приблизительное число составляет 50-70 захоронений. Пространственно они разбросаны бессистемно по территории кладбища. Отдельные захоронения устроены в насыпи более раннего кургана. Так как кладбище плотно заросло кустарниковой растительностью, многие стелы плохо видны. Какие-либо земляные насыпи и углубления у могил не читаются. Одиночные стелы встречаются также и за пределами рва, ограждающего зират, то есть на территории современного кладбища, однако датировка их, как правило, более поздняя, чем захоронений на зирате. Стелы представляют собой каменные

плиты, как обработанные, так и без видимых следов подработки. Ориентировка длинной стороны, как правило, запад-восток, однако встречаются и отклонения от общего правила. Высота над поверхностью для стел без надписей до 0,4 м, для эпиграфных стел – до 1,2 м. На территории зирата также зафиксировано 3 торткулака.

Помимо кладбищ в округе Редутово сохранились руинированные остатки казахских поселков – аулов, с которыми, собственно, и были связаны описанные зираты. По Материалам землепользования [6] около пос. Редутово на 1903 г. находилось 5 аулов. Месторасположение трех из них указывают местные жители, они четко читаются на местности. Расположение двух других аулов пока не определено.

Известные:

Аул, аксакалом которого был Исмаил Джаманчал, находился в урочище «Тайаткан». Аул был основан приблизительно в 1863 году, с тех пор в нём проживают казахи рода «уста». Источником воды для данного аула указывается река и карасу (пресная; соленая). По переписи 1898 года в ауле зафиксировано 192 человека, которые проживали в 37 хозяйствах, причем 10 хозяйств, на момент переписи, были сторонними. Оседлые хозяйства отсутствовали. В ауле находились 47 юрт, 35 землянок и 8 деревянных домов. Промыслами на территории аула занимались 16 хозяйств. В ауле было 1029 лошадей и 186 жеребят, 558 коров и 159 телят, 38 верблюдов и 2 верблюжонка, 972 овцы, 398 коз [6].

Остатки Жаманчал-аула были обследованы на местности. Поселок расположен в распадке между холмами, на высоте 14-26 м от уровня воды в р. Тееткан. Поверхность площадки сильно покатая (перепад высот составляет 12 м), плотно задернована. Травостой высокий. Планиграфически аул состоит из остатков нескольких комплексов сооружений различных размеров и назначения; уличная планировка при этом внутри поселка отсутствует. Судя по всему, основная часть построек аула располагалась на уплощенной покатой площадке у склона холма с небольшим заходом на него; часть сооружений поднимаются на склон, а два находились на возвышениях, фактически на верхних площадках холмистой гряды – возможно, они выполняли роль наблюдательных пунктов или форпостов. На поверхности остатки конструкций фиксируются в виде валов, ям и канав.

Другой известный аул, аксакалом которого был Мустафа Байтен, согласно материалам землепользования также находился в урочище «Тайаткан». Был основан приблизительно в 1848 году, с тех пор в нём проживают казахи рода «уста». Источником воды для данного аула указывается река (пресная). По переписи 1898 года в ауле зафиксирован 101 человек, которые проживали в 17 хозяйствах, причём на момент переписи 2 хозяйства были оседлыми. В ауле находилось 17 юрт, 12 землянок и 4 деревянных дома. Промыслами на территории аула занимались 9 хозяйств. В ауле было 101 лошадь и 29 жеребят, 98 коров и 42 телёнка, 148 овец, 58 коз [6].

На местности остатки Байтен-аула фиксировались в виде нескольких комплексов руинированных сооружений различных размеров и назначения. Сама площадка представляет собой уплощенное пространство среди увалистого рельефа коренного берега реки, высота составляет 25 м от уровня воды в р. Тееткан. Поверхность относительно спокойная, здесь перепад высот составляет 2-2,5 м. Планировка внутри поселка также носила нелинейный характер.

Третий известный аул, аксакалом которого был Ораз Бельдеке, находился в урочище «Тайаткан-агач». Был основан приблизительно в 1848 году, с тех пор в нём проживают казахи рода «крыкмултык». Источником воды для данного аула указывается река (пресная). По переписи 1898 года в ауле зафиксировано 45 человек, которые проживали в 7 хозяйствах. Оседлые хозяйства отсутствовали. В ауле находилось 9 юрт, 7 землянок и 1 деревянный дом. Промыслами на территории аула занимались 2 хозяйства. В ауле было 97 лошадей и 27 жеребят, 49 коров и 24 теленка, 87 овец, 13 коз [6]. Полевое обследование данного поселка не проводилось, известно, что находился он в холмах небольшого массива Кыстау, в урочище с эпонимом Ораз-Тау.

Исследования археологических и этноархеологических объектов в окрестностях поселка Редутово дополняются изучением огромного пласта собранных этнографических материалов. Именно за счет комплексного подхода к систематизации и осмыслению историко-культурного наследия, учитывая полную (стоянки каменного века, поселение эпохи бронзы) либо частичную (казахские некрополи и аулы) утрату видимой материальности объектов, решаются проблемы туристической легендизации, возникающие при сохранении и раскрытии уникального характера места [7]. Поселок Редутово в настоящее время населен, в основном, татарами, с небольшой

долей казахов родовых подразделений племени Кипшак. Официальный год основания поселка – 1903, ядро населения – переселенцы из поселка Никитинского станицы Пречистенская I Военного округа Оренбургского казачьего войска (сегодня село Никитино Саракташского района Оренбургской области).

У жителей поселка Редутово сохранилось целостное представление об иеротопических составляющих обжитого и необжитого пространства, отразившееся в топонимике [8], большое количество традиций и обрядов, частично включенных в Реестр объектов нематериального культурного наследия Челябинской области (культ Аулие-Таш, обряд Тугорек Йа-Син, обряд вызывания дождя, технология изготовления пухового платка, праздник «Карга ботаксы») [9].

На рассматриваемой территории археологическую экскурсию обогатят природные и культурные объекты, интерпретируемые жителями Редутово согласно своим представлениям о мироустройстве. К таковым относится, например, Аулие-Таш, представляющее собой скальное обнажение со следами добычи камня, расположенное на западном краю меридионально вытянутой гряды Кыстау в прямой видимости поселка. В тюркской традиции «Аулие» – культ святых, имевший в своей основе почитание предков-посредников, духов-покровителей местности. Любопытно, что данные представления сохраняются и в наши дни. Современные жители поселка Редутово – информаторы, опрошенные этнографами, считают, что Аулие Таш содействует исполнению желаний (в основном это моления о дожде, а также просьбы как глобального, так и личного характера). Вызывание дождя – основная функция Аулие-Таш в контексте его коллективного, общинного использования. Обряд включает в себя несколько этапов, выполняемых синкретично или по отдельности. Большая часть ритуальных практик, проводимых в урочище, связана с почитанием предков и сопровождается молитвами (намаз, такбир, молитвы об усопших) с некоторыми особенностями, заключающимися в присутствии элементов имитативной магии, жертвоприношений, использовании дождевых камней (йада, джайташ) и трапезе, организованной на пожертвования (садака).

По сообщениям, в конце XIX – начале XX века Аулие Таш являлся объектом «малого хаджа», при этом его посещали как простые паломники, так и предсказатели. Встречи с «Аулие» происходили у расположенных между Аулие-Таш и рекой Тееткан небольших озер, называемых «Перде куль» (Занавешенное озеро) [8].

Сам Аргын-Зират при молении о дожде также выступает одним из объектов ритуала [10].

На полиэтничность восприятия объекта, смешение представлений о нем казахов и татар, дополнительно обогащающие туристический маршрут, указывают рассказы о встрече на Аулие с белой змей, воспринимаемой и как аруах (дух предков) и как священная «Ак жылаан» (Белая змея) в разных традициях почитания этого природного объекта.

Практически все археологические памятники, связанные с захоронениями, в той или иной степени имеют сложившуюся легендарику, а традиционная обрядность на зиратах обусловлена архаичными представлениями о мире предков, об их многостороннем воздействии на земную жизнь потомков, их связи с миром живых. При этом зираты четко делятся на «хорошие», «нейтральные» и «плохие». Негативные свойства возрастают по мере удаления от поселка: самое «хорошее» – кладбище самого Редутово; нейтральное – Аргын-Зират; с отдельными отрицательными качествами – Эсперле-Зират (как сам, так и расположенные в контакте с ним курганы раннего железного века), выражающимися в преданиях о появлении на нем «огней» – неупокоенных душ и дочери местного колдуна в виде огня; и самые удаленные от поселка «проклятые» кладбища – Жаманчал-Зират с погребением «обыра» (упыря) и находящийся за пределами маршрута Бибал-Зират, приносящий несчастья, заманивающий миражами.

Хотелось бы также отметить и значительное количество духов неосвоенных пространств, связанных с объектами рассматриваемого туристического маршрута, представления о которых, к сожалению, сильно фрагментированы, частично заимствованы из литературных источников и перенесены на свои ландшафты. Среди них выделяется достаточно целостный образ Су Анасы, хозяйки вод. Информаторы приводят конкретные примеры встреч с ней и последствий неуважительного к ней отношения (до паралича и смерти). Локализация обычного местопребывания Су Анасы – у моста через реку Тееткан, что совпадает с расположением поселения эпохи бронзы Тееткан (Редутово 1); традиционный набор её действий – расчесывание волос, месть людям, подарки, в качестве которых рассматриваются и предметы с разрушаемой обрывом части древнего поселения. Интересно, что параллельно у татар Редутово распространено и поверье о другом духе воды – Уббе, являющемся представителем уже

казахского фольклора, также с традиционным набором действий. Водяной обитает в озере Уббакуль, известном у местных жителей как «Озеро-проглот» вследствие того, что в нем часто гибнут люди. С водоемом связано большое количество преданий и обычаев, в том числе традиционных, например, никого не звать возле Уббакуля по имени, чтобы водяной его не узнал и не смог заманить жертву. Второй вариант происхождения названия: озеро получило его от кургана, расположенного на берегу (Оба, Уба – курган, холм). Таким образом, и здесь наблюдается связь местных поверий с конкретным археологическим памятником, что также может быть использовано при разработке экскурсий.

Вероятно, местным, а не общеэтническим персонажем является «Мадина», с которой связана одноименная заводь на реке Тееткан – ненайденная утопленница первой половины XX века, воспринимаемая по-разному (от «утонула по глупости» до местного духа реки).

Заключение. Таким образом, дестинация у поселка Редутово Чесменского района Челябинской области включает в себя большое количество археологических и этноархеологических объектов с сопутствующим пластом фольклорного материала, удачно расположена в транспортно-логистическом отношении вблизи трассы Троицк – Бреды и обладает значительными туристско-рекреационными ресурсами и потенциалом, интересным не только жителям региона и России, но и Республики Казахстан.

Список литературы

1. Filimonova I., Chibilyova V., Sviatokha N. Archaeological Heritage of Steppe Zone as Tourism Development Resource (Case of Orenburg Region) // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2021. Vol. 666. P. 062083. DOI: 10.1088/1755-1315/666/6/062083.

2. Постановление Главы Чесменского района Челябинской области № 550 от 30.12.2010 «Об утверждении районной целевой Программы «Изучение и сохранение историко-культурного (археологического) наследия Чесменского района на 2011-2013 годы» [Электронный ресурс]. URL: https://web.archive.org/web/20160305001203/http://arch-mine.ru/content-view-27.html (дата обращения: 10.02.2024).

3. Pacifico D, Vogel M. Archaeological sites, modern communities, and tourism // Ann. Tour. Res. 2012. Vol. 39 (3). P. 1589.

4. Официальная страница УПК «Звездный» [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/wall-202071534_731 (дата обращения: 10.02.2024).

5. Официальная страница МКУ Чесменский Историко-краеведческий музей им. А.Н. Беликова [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/tatarhouse?w=wall-210587661_430 (дата обращения: 10.02.2024).

6. Материалы по киргизскому землепользованию, собранные и разработанные экспедицией по исследованию степных областей в 1898 году. Т. 5. Тургайская область: Кустанайский уезд. СПб., 1903. 805 с.

7. Robb J.G. Tourism and legends archaeology of heritage // Ann. Tour. Res. 1998. Vol. 25(3). P. 579-596.

8. Закирова А.С. Топонимические предания и сакральный ландшафт казахов и татар (на примере окрестностей села Редутово Челябинской области) // Проблемы географии Урала и сопредельных территорий: Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. Челябинск: Край Ра, 2020. С. 179-186.

9. «Хранители памяти». Каталог объектов нематериального культурного наследия Челябинской области. Челябинск, 2022. 112 с.

10. Закирова А.С. Обряд вызывания дождя в поселке Редутово (Чесменский район Челябинской области) // Природное и культурное наследие Урала: материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. Челябинск, 2022. С. 137-142.

УДК 911, 902/904
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1021-1028

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЕМКОСТИ ПАСТБИЩНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЭПОХИ БРОНЗЫ НА ПРИМЕРЕ УКРЕПЛЕННОГО ПОСЕЛЕНИЯ САРЫМ-САКЛЫ

RECONSTRUCTION OF BRONZE AGE PASTORAL LANDSCAPE CAPACITY BASED ON THE SARYM-SAKLY FORTIFIED SETTLEMENT CASE STUDY

Плаксина А.Л.[1], Шарапов Д.В.[2]
Plaksina A.L.[1], Sharapov D.V.[2]

[1]Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия
[1]Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia
[2]Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия
[2]Tyumen State University, Tyumen, Russia

E-mail: [1]d.sharapov@utmn.ru, [2]d.sharapov@utmn.ru

Аннотация. Вопрос емкости пастбищных палеоландшафтов, помимо прочего, является важным для понимания возможных стратегий мобильности человеческих популяций Южного Зауралья первой фазы позднего бронзового века (ПБВ-I, 2100-1650 ВС). Чтобы исследовать возможность круглогодичного оседлого скотоводства в синташтинско-петровской период, в данной работе было проведено комплексное ландшафтное исследование округи укрепленного поселения Сарым-Саклы, используя следующие методы: дешифрирование спектрозональных космоснимков высокого разрешения, полевое физико-географическое описание ключевых участков, анализ топографических и тематических (почвенных, геоморфологических) карт. Результатом стало создание ландшафтной карты, охватывающей 64 км^2 и включающей в себя 11 фаций. Данная карта была использована для расчета пастбищной продуктивности бронзового века. Количественные показатели продуктивности были взяты из ранее опубликованных материалов по геоботаническому исследованию степей Южного Зауралья. Полученные параметры подтверждают факт целесообразности круглогодичного проживания человеческой популяции в ~460 человек, предположительно населяющей поселение Сарым-Саклы и его непосредственную округу в ПБВ-I. А именно, наши расчеты показали, что окружности диаметром 6,3 км (т.е. площади ~125 км^2) было бы достаточно, чтобы поддерживать вышеупомянутое население в течение календарного года.

Ключевые слова: ландшафты степей, синташтинская культура, оседлость, пастбищная продуктивность, емкость ландшафта.

Abstract. The issue of the carrying capacity of pastoral paleolandscapes is important for understanding the possible mobility strategies of human populations of the Southern Trans-Urals in the first phase of the Lae Bronze Age (LBA-1, 2100-1650 BC). In order to investigate the possibility of year-round sedentary pastoralism in the Sintahta-Petrovka period, we have conducted a multi-component geo-botanical study of the territory immediately adjacent to the Sarym-Sakly fortified settlement. The methods we have employed are as follows: the analysis of multispectral high-resolution satellite images, field descriptions of a series of characteristic landscape locations, the analysis of thematic (soils, topographic, geomorphological) maps. These research activities have resulted in a map covering an area of 64 km^2 and encompassing 11 distinct landscape micro-zones, which was used in the calculations of Bronze Age pasture productivity. The obtained figures have convinced us in the feasibility of year-round sedentism of ~460 people, who supposedly inhabited the Sarym-Sakly settlement and its periphery in the LBA-1 period. In particular, our calculations demonstrate that a circle with a radius of 6.3 km (i.e., an area of ~125 km^2) would be sufficient to sustain the aforementioned population year-round.

Key words: steppe landscapes, Sintashta culture, sedentism, pasture productivity, carrying capacity.

Введение. Вопрос емкости степных палеоландшафтов является важным для изучения различных аспектов жизнедеятельности обществ I фазы позднего бронзового века (далее ПБВ-I, 2100-1650 ВС) Южного Зауралья, включающей в себя синташтинскую, петровскую и абашевскую археологические культуры [1]. Например, моделирование древних ландшафтных обстановок (и соответствующих экосистем) является необходимым базисом для исследования роли присваивающего хозяйства, выбора мест заселения, целесообразности сезонных передвижений, а также других аспектов жизнедеятельности древнего населения. Так как междисциплинарные изыскания последних лет указывают на доминировании продуктов животноводства в системе пропитания вышеупомянутых популяций [2], наиболее актуальным на данный момент, на наш взгляд, является исследование емкости пастбищных ландшафтов. В частности, одной из дискуссионных тем остается вопрос о целесообразности круглогодичного

проживания синташтинских/петровских коллективов (и ассоциированных с ними поголовьями скота) на одних и тех же территориях.

Моделирование продуктивности ландшафтов бронзового века усложнено несколькими аспектами. Во-первых, степная зона Зауралья подверглась существенной переэксплуатации в XX в., что привело к трансформации степных экосистем. В частности, основываясь на полевых наблюдениях в Кизильском и Брединском районах Челябинской области, Левит и Миронычева-Токарева [3, с. 79] пришли к заключению что большинство современных пастбищ находятся во II и III стадиях дигрессии, охарактеризованных сокращением урожайности в 3-4 раза по сравнению с исходными зональными сообществами. Следственно, можно допустить что современные показатели пастбищной продуктивности тех или иных ландшафтных таксонов будут существенно занижены по сравнению с показателями эпохи бронзы.

Второй проблемой является практически полное отсутствие современных крупномасштабных ландшафтных карт для территорий, которые могли регулярно эксплуатироваться популяциями ПБВ-I. Создание таких карт для районов непосредственно прилегающих к поселениям ПБВ-I (находящихся в пределах нескольких км) требует междисциплинарного подхода, включающего в себя систематические полевые наблюдения.

Третьей трудностью является комплекс проблем, связанный с определением количества скота, которое могло выпасаться на исследуемой территории. Данный показатель зависит от ряда факторов, ключевым из которых являются количественные параметры человеческих популяций ПБВ-I, проживающих в том или ином археологическом микрорайоне. Здесь нужно отметить, что касательно демографических параметров укрепленных синташтинских/петровских поселений, существует более-менее общепринятый консенсус, вопрос о том, какая часть населения могла проживать за пределами укрепленных поселений остается открытым [4, 5].

Район исследований. Чтобы исследовать возможность круглогодичного оседлого скотоводства в период ПБВ-I, мы сконцентрировались на укрепленном поселении Сарым-Саклы и на прилегающей непосредственно к нему территории. Эта местность была выбрана нами по нескольким причинам.

Во-первых, поселение Сарым-Саклы, находящееся на правом берегу р. Зингейка (Кизильский район Челябинской обл.), представляет собой яркий, но в то же время довольно типичный пример укрепленного поселения ПБВ-I с круговой планировкой и наличием фортификационных сооружений. Мыс, на котором расположено поселение, равно как и надпойменная терраса на прилегающих к мысу участках, не были подвержены распашке и используются как пастбища. Это обстоятельство обеспечило хорошую сохранность памятника. Шурфовка и зондирование установили присутствие керамики синташтинского, петровского и раннесрубного типов, тогда как геофизическая и микротопографическая съемки установили присутствие 27 жилищ [6-9].

Немаловажным фактором выбора района исследования послужило то, что округа данного поселения была тщательно исследована с помощью систематических подъемных сборов, зондирования и шурфовки [10]. Результатом исследований стало лучшее понимание размеров, степени плотности заселения и относительной хронологии ряда неукрепленных поселений, находящихся в непосредственной близости от ук. пос. (в пределах ~6 км) *(рисунок 1)*. В дополнение, основываясь на результатах вышеупомянутых разведочных работ, сопряженных с результатами исследований в других частях Южного Зауралья, были сгенерированы демографические показатели абсолютной численности населения в ПБВ-I на вышеупомянутой территории [9].

Для анализа ландшафтной структуры района исследований была взята территория с конфигурацией круга с радиусом в 4,5 км, центрированным на ук. пос. Сарым-Саклы *(рисунок 1)*. Очерченный таким образом участок площадью 64 км^2 включал в себя такие геоморфологические структуры, как пойма реки (аккумулятивная позиция), надпойменная терраса (транзитно-аккумулятивная позиция), равнинный слабонаклонный берег реки и склон холма (транзитная позиция). Вышеупомянутый радиус окружности, полностью входящей в водосборный бассейн р. Зингейка, был выбран по следующим соображениям. Во-первых, систематическая разведка в Зингейском археологическом микрорайоне показала, что неукрепленные поселения содержащие материалы ПБВ-I находились в пределах ~4,5 км от укрепленного поселения *(рисунок 1)*. Во-вторых, радиус в ~5 км часто используется в археологии как некий «золотой стандарт» для оценок максимальной площади, регулярно эксплуатируемой оседлым населением [11]. В-третьих, выбранная нами площадь является достаточной для получения общего представления о

ландшафтной структуре данной местности (от реки до водораздела) и соответственно об основных характеристиках, связанных с продуктивностью Зингейского археологического микрорайона (далее ЗАМ).

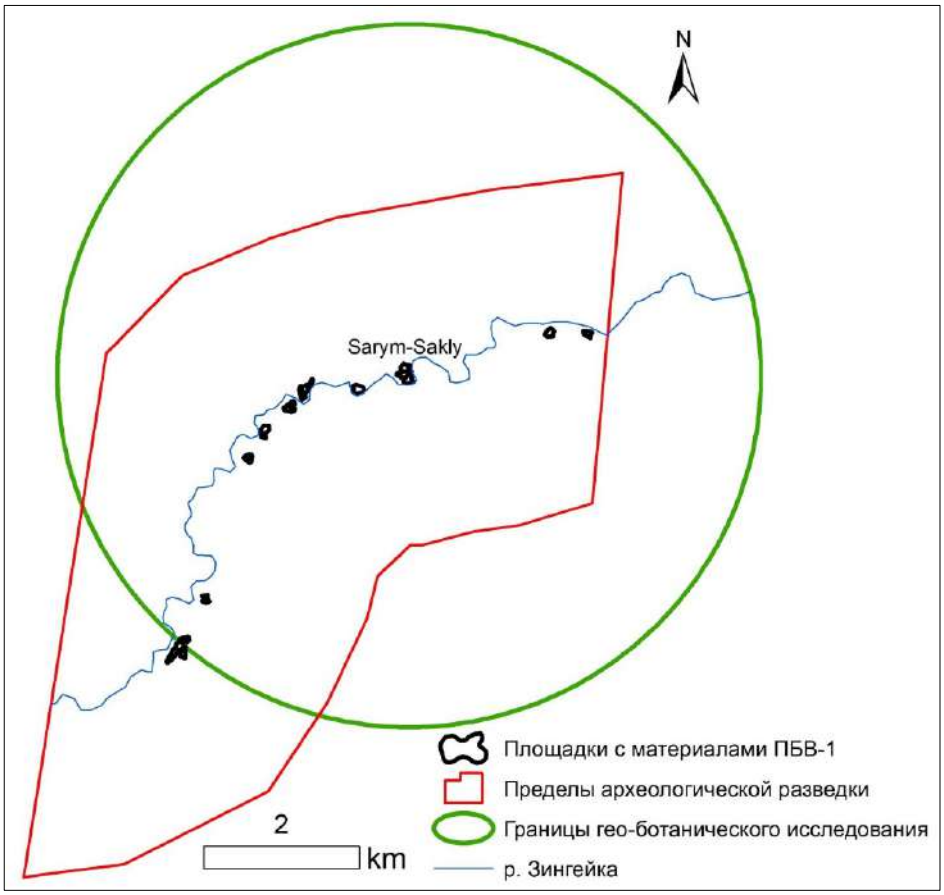


Рисунок 1. Район исследований.

Методы. В ходе исследования были использованы следующие методы:
- картографический метод с применением ГИС;
- метод визуального дешифрирования ДДЗ;
- метод полевого ландшафтного описания;
- исторический метод в динамическом аспекте.

Исследования проходили в три этапа: подготовительный, полевой, камеральный. На подготовительном этапе были намечены точки наблюдений, проведено дешифрирование материалов дистанционного зондирования [12]. Точки для описания выбирались в пределах разных мезоформ рельефа: пойма, надпойменные террасы, нижние, средние и верхние части водораздела с различным характером рельефа, вершины холмов, ложбины стока, западины и т.д. Помимо рельефа для выбора точек описания использовались космоснимки, на которых по прямым дешифровочным признакам видны границы биогеоценозов.

Для выявления естественных степных биогеоценозов территории было проведено дешифрирование спектрозональных космоснимков сервиса «Yandex спутник» 2020 года, полученных с помощью программы SasPlanet в системе координат WGS84 с разрешением 0,7 метров на пиксель. Дешифрирование проводилось визуально в ГИС программе QGIS. Объекты распознавались по прямым и косвенным дешифровочным признакам. В частности, оконтуривались площади, занятые разными видами растительных сообществ. По результатам дешифрирования составлялись карты-схемы и рассчитывались площади биогеоценозов. Все результаты заверялись и корректировались на местности во время полевого описания.

Полевой этап включал в себя комплексное описание территории исследования [13]. В частности, для заверки результатов предварительного дешифрирования был составлен маршрут с ключевыми точками, расположенными в разных биогеоценозах. В каждой точке было

проведено комплексное физико-географическое описание с указанием мезоформы и характера рельефа местности, типа растительного сообщества, доминирующих видов, проективного покрытия растительности, степени закустаренности в процентах, стадии пастбищной дигрессии и вида антропогенной нарушенности.

Также, в пределах распаханных территорий были выделены контуры естественных ландшафтов доаграрного времени путем интерполяции данных полевых описаний небольших участков естественной растительности, сохранившейся между пашен или в местах складирования каменных глыб, а также по информации с почвенной карты, исходя из положения в рельефе и геоморфологии. Например, солонцовые почвы в нижней части водораздела на волнистой равнине заняты типчаково-ковыльными степями, но большая их часть распахана, следовательно по границе распространения солонцовых почв с данным характером рельефа можно провести границу типчаково-ковыльных степей. Таким образом, несмотря на то, что более 70% исследуемой площади распахано, по участкам сохранившейся растительности и тематическим картам были реконструированы естественные границы биогеоценозов.

Заключительный камеральный этап включал в себя генерализацию всей ранее полученной информации. А именно, в ГИС программе послойно в единой картографической проекции и одном масштабе собирались все картографические материалы: топографические карты 1989 года в масштабе 1:100000 и 1:200000, топографические карты сервиса OSMOpenTopoMap масштаба 1:50000, геоморфологическая карта 1976 года в масштабе 1:500000 [14], геоморфологическая карта 2000 года в масштабе 1:200000 [15], почвенная карта 1985 года в масштабе 1:300000 [16] и космоснимки системы Yandex. Создавались уточненные карты-схемы дешифрирования, строилась финальная ландшафтная карта.

Результаты исследований. По результатам полевых исследований и их генерализации с данными тематических карт и космоснимков была установлена следующая ландшафтная структура. Тип ландшафта – суббореальный семиаридный (степной) континентальный Южно-Зауральский, подтип – северных степей. Класс – равнинный, подкласс – цокольный возвышенный равнинный восточного склона Урала. Выделен один вид ландшафта – увалисто-холмисто-равнинный на палеозойских метаморфических породах с гранитными интрузиями. В структуре ландшафта выделяются:

1) урочище холмов, сложенных метаморфическими породами палеозоя, покрытых элювиально-делювиальными отложениями неоген-четвертичного времени с черноземами неполноразвитыми на вершинах и черноземами обыкновенными и солонцами черноземными на склонах, с разнотравно-ковыльно-типчаковыми степями с березово-осиновыми колками;
2) урочище увалов, сложенных метаморфическими породами с интрузиями гранитов с делювиально-аллювиальными отложениями неоген-плиоценового возраста;
3) урочище слабонаклонной равнины (нижних склонов водораздела);
4) урочище речной поймы;
5) урочище широкой поймы с пойменными озерами;
6) урочище ложбин и балок.

Далее в пределах выделенных урочищ были выделены 11 фаций, которые были использованы в расчетах пастбищной продуктивности *(рисунок 2, таблица 1)*. При характеристике продуктивности ландшафтов мы использовали показатели урожайности (в ц/га сухой массы), основанные на исследованиях Левит и Миронычевой-Токаревой на юге Челябинской области [3, 17].

Как уже обсуждалось ранее, продуктивность биогеоценозов Южного Зауралья была снижена в результате антропогенного воздействия, связанного, в первую очередь, с деятельностью совхозов советского периода, немаловажную роль в деятельности которых занимало комплексное животноводство. При интенсивном выпасе, в плане перестройки структуры сообществ наиболее рельефно выделяются два процесса: упрощение ярусной структуры и угнетение возобновления травостоя [17]. Данные процессы перекрываются и тесно связаны между собой. Угнетение возобновления у травянистых видов обычно связано с уничтожением их генеративных органов. Одновременно упрощаются горизонтальная и вертикальная структуры. В целом же наблюдается снижение биологической продуктивности фитоценоза [17]. Этот факт был учтен следующим образом.

Во-первых, при реконструкции естественных ландшафтов, среди выделенных фаций были отмечены естественные зональные, интрозональные и антропогенно-трансформированные ландшафты *(таблица 1)*. В соответствии с исследованиями Миронычевой-Токаревой [17, 18],

выделенные в настоящее время разнотравно-злаковые и галофитные луга на солончаках (фации № 2, 5 в *таблице 1*) являются антропогено-трансформированными из «тростниково-лисохвостовых лугов на болотно-солончаковой почве» вследствие пастбищной дигрессии. Также, зональный ландшафт «разнотравно-ковыльно-типчаковых степей на черноземах обыкновенных солонцеватых» под действием перевыпаса трансформируется в ковыльно-типчаковые и полынно-типчаковые фации (№ 1, 8, 9, 11 в *таблице 1*) [3, 17, 18]. В соответствии с вышесказанным, для расчета продуктивности антропогенно-трансформированных территорий мы решили использовать показатели урожайности их изначального состояния. А именно, для ландшафтных фаций 2, 5 мы использовали значение урожайности фации № 4, а для фаций № 1, 8, 9, 11 – фации № 7.

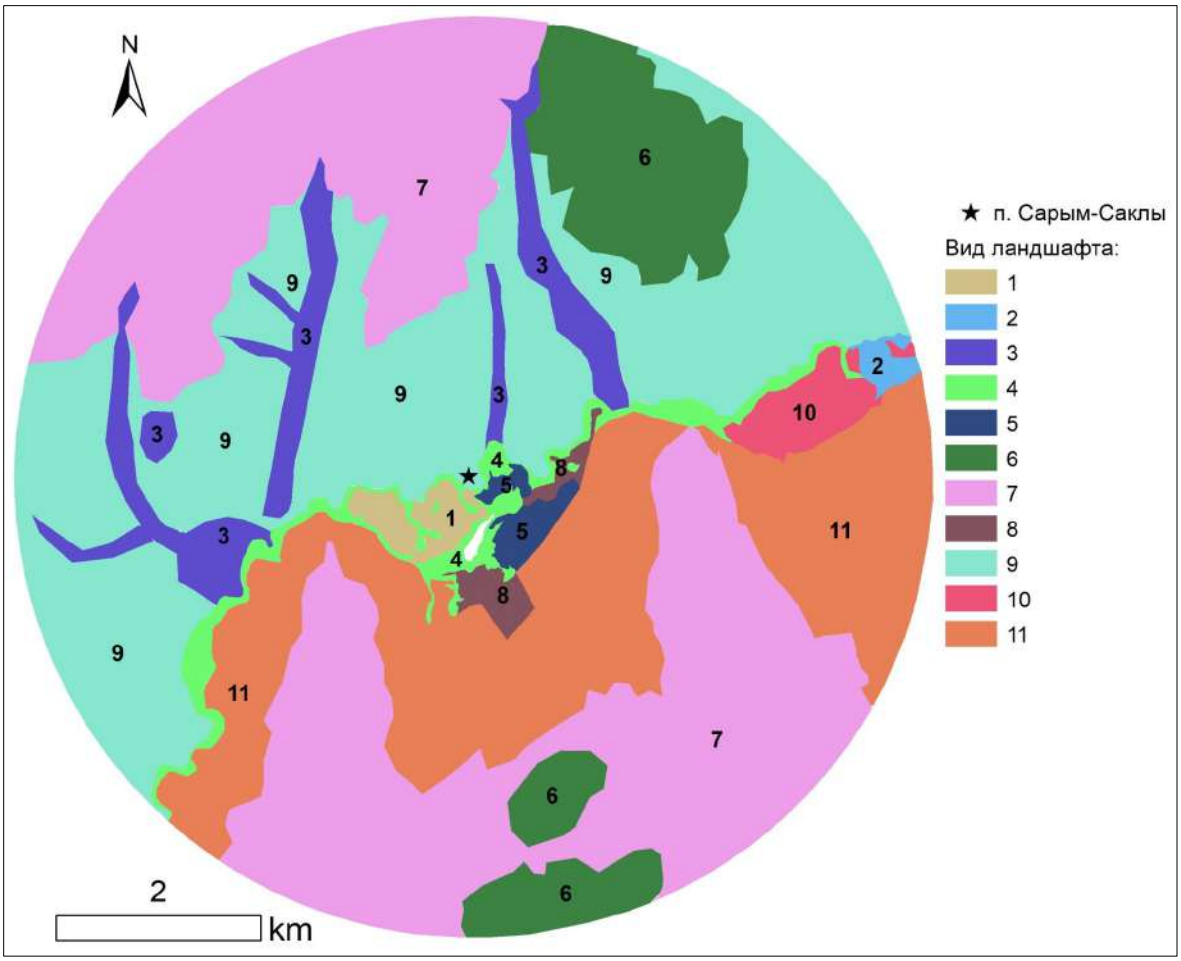


Рисунок 2. Ландшафтные фации окрестностей ук. пос. Сарым-Саклы.

Для расшифровки легенды см. *таблицу 1*. Белый участок в центре размером в несколько га – оз. Лебяжье.

В дополнение, для учета негативного эффекта современной антропогенной деятельности, для ландшафтных фаций № 7 и 4 нами использовались не современные показатели продуктивности, а урожайности для исходных зональных растительных сообществ, приведенные в работе Левит и Миронычевой-Токаревой [3, с. 80, 87]. Например, в то время как для фации 7 современная продуктивность, варьирует от 1 до 12 ц/га, исходная урожайность данного биогеоценоза составляла 8-12 ц/га. Следственно, для расчетов пастбищной продуктивности бронзового века использовалось среднее значение исходной урожайности, т.е. 10 ц/га. Вследствие неимения оценок исходной урожайности для ландшафтных фаций 3, 6 и 10, для данных природно-территориальных комплексов нами использовались современные значения [17].

Далее нами была рассчитана площадь, необходимая для прокорма скота, которым могло владеть население, проживающее в ук. пос. Сарым-Саклы и в примыкающей к нему территории в период ПБВ-I. Расчеты следовали алгоритму, детально изложенному в одной из наших

прошлых работ [19]. Здесь лишь упомянем ключевые параметры, используемые для ЗАМ. Во-первых, средневзвешенная урожайность одного условного га внутри исследуемого участка составила 11,7 ц/га (см. *таблицу 1*). Во-вторых, мы допустили, что состав стада жителей ЗАМ в ПБВ-I был схож с составом стада, установленным для ук. пос. Каменного Амбар, а именно 52% КРС, 42% овца/коза и 6% лошадь [20, с. 240]. В-третьих, для популяции, проживающей в ЗАМ в ПБВ-I, мы использовали цифру в 460 человек [9]. Проведенные таким образом расчеты показали, что окружности с радиусом в 6,3 км (~125 км^2) было бы достаточно, чтобы обеспечить пастбищными и сенокосными угодьями все поголовье скота в течение календарного года, если средневзвешенная урожайность внутри этой окружности с радиусом 6,3 км будет такой же, что и в непосредственно исследованной нами окружности с радиусом 4,5 км.

Таблица 1

Урожайность ландшафтов окрестностей ук. пос. Сарым-Саклы

Ландшафтные фации (№ п/п соответствуют *рисунку 2*)	% занимаемой поверхности	Урожайность современ., ц/га	Урожайность исходная, ц/га
1. Закустаренная ковыльно-типчаковая солонцовая степь на равнине в нижней части водораздела (антропогенно-трансформированный)	0,9%	5-7	10
2. Разнотравно-злаковые луга с зарослями ивы на болотно-солончаковой почве на надпойменной террасе (антропогенно-трансформированный)	0,4%	12-15	32.5
3. Луговые степи на черноземах обыкновенных солонцеватых на склонах водораздела в ложбинах стока (естественный зональный)	5,4%	12-17	14.5
4. Разнотравно-тростниковые луга на болотно-солончаковой почве в пойме реки (естественный интразональный)	2,6%	20-25	32.5
5. Солончаковые галофитные луга на надпойменной террасе (антропогенно-трансформированный)	0,7%	0-2	32.5
6. Березово-осиновые остепненные колки с разнотравно-ковыльно-типчаковым травостоем на черноземах неполноразвитых на холмистом склоне водораздела (естественный зональный)	8,3%	15-19	17
7. Разнотравно-ковыльно-типчаковые степи на черноземах обыкновенных солонцеватых на наклонном склоне водораздела (естественный зональный)	34,9%	1-12	10
8. Солонцовые разнотравно-полынно-типчаковые степи на надпойменной террасе (антропогенно-трансформированный)	0,7%	5-7	10
9. Солонцовые типчаково-ковыльные степи на наклонном склоне водораздела (антропогенно трансформированный)	27,2%	5-7	10
10. Разнотравно-злаковые солонцовые луга на надпойменной террасе (антропогенно-трансформированный)	1,4%	13-18	15.5
11. Солонцовые типчаково-ковыльные степи на слабонаклонной равнине нижней части водораздела (антропогенно-трансформированный)	17,6%	5-10	10
	Средневзвешенная урожайность:		11,7

Обсуждение и заключение. Вопрос степени мобильности человеческих сообществ Южного Зауралья в ПБВ-I продолжает активно исследоваться [21, 22]. Расчеты емкости степных ландшафтов являются важным косвенным индикатором возможной круглогодичной оседлости. Наши расчеты для ЗАМ указывают на окружность с радиусом в 6,3 км как достаточной для прокорма поголовья скота, необходимого для жизни популяции, населяющей ук. пос. Сарым-Саклы и его округи. Учитывая, что скорость ходьбы человека варьирует от 3 до 6,4 км/час [23], вычисленная нами площадь могла регулярно эксплуатироваться оседлым населением довольно комфортно, особенно если учесть, что общества ПБВ-I обладали конным и тягловым транспортом.

Хотя наши попытки подобных расчетов далеко не первые, ЗАМ представляет собой наиболее обоснованный пример подобных изысканий по следующим причинам. Во-первых, в наших расчетах мы опирались на детальную ландшафтную карту конкретного археологического микрорайона, основанную, в том числе, на полевых наблюдениях. Предыдущие же исследования ограничивались либо анализом космо-снимков [24], либо усредненными цифрами урожайности макро-участков степной зоны, взятыми из этно-исторических источников [25, с. 88, 26, 27]. Такого рода подходы не способны в полной мере учесть специфику местообитаний, внутри которых предпочитали селиться популяции бронзового века, равно как и степень современной деградации степных экосистем. Во-вторых, в наших расчетах учтена популяция, проживающая не только внутри ук. пос. Сарым-Саклы, но и за его пределами.

В заключение хотелось бы отметить, что алгоритм расчетов, используемый как в данной, так и в одной из наших предыдущих работ [19], базируется на ряде допущений, изменение параметров которых будет неизбежно влиять на финальный результат. Речь идет о количестве скота на душу населения, количестве животных, содержащихся в стойлах в зимний период, скорость сенокошения бронзовым серпом, а также ряд допущений связанных с расчетом абсолютных параметров человеческих популяций ПБВ-I [9].

Что касается рекомендаций по дальнейшему изучению данной темы, хотелось бы отметить следующее. Эффективное понимание емкости степных ландшафтов подразумевает работу не с отдельными поселениями, а со скоплениями синхронных археологических памятников (т.е. археологическими микрорайонами), что, в свою очередь, требует более широкого внедрения методик систематических региональных разведок (англ. *regional settlement pattern surveys*). В данное время работы по расширению обследованной таким образом территории в ЗАМ продолжаются с целью получения более полной и более симметричной картины системы расселения человека в бронзовом веке.

Список литературы

1. Черных Е.Н. Формирование евразийского «степного пояса» скотоводческих культур: взгляд сквозь призму археометаллургии и радиоуглеродной хронологии // Археология, этнография и антропология Евразии. 2008. № 3 (35). С. 36-53.

2. Miller A., Usmanova E, Logvin V., Kalieva S., Shevnina I., Logvin A., Kolbina A., Suslov A., Privat K., Haas K., Rosenmeier M. Subsistence and Social Change in Central Eurasia: Stable isotope analysis of Populations Spanning the Bronze Age Transition // Journal of Archaeological Science. 2014. Vol. 42. P. 525-538.

3. Левит А.И., Миронычева-Токарева Н.П. Степные и лесостепные ландшафты юга Челябинской области и их трансформация. Челябинск: Изд-во Крокус, 2005.196 с.

4. Chechushkov I.V., Yakimov A.S. The Sintashta-Petrovka settlement organization during the Late Bronze Age in the steppes of the southern Urals: a case of the Kamennyi Ambar settlement // Archaeological Research in Asia. 2022. Vol. 31. P. 100390.

5. Корякова Л.Н., Краузе Р., Пантелеева С.Е., Столярчик Э., Булакова Е.А., Солдаткин Н.В., Рассадников А.Ю. Поселение Коноплянка 2 в Южном Зауралье: новые аспекты исследования // Уральский исторический вестник. 2020. Вып. 4. С. 61-73.

6. Зданович Г.Б., Батанина И.М. Аркаим. «Страна городов». Пространство и образы // Труды музея-заповедника Аркаим / Администрация Челябинской области, Специализированный природно-ландшафтный и историко-археологический центр «Аркаим», Челябинский государственный университет. Челябинск. Южно-Уральское книжное издательство, 2007. 260.с.

7. Федорова Н.В., Носкевич В.В., Иванченко В.С., Бебнев А.С., Маликов А.В. Геофизические методы исследования археологических памятников Сарым-Саклы и Воровская яма (Южный Урал) // Уральский геофизический вестник. 2013. № 2. С. 46-53.

8. Чечушков И.В. Методы геостатистики в изучении поселенческих памятников бронзового века // Этнические взаимодействия на Южном Урале: материалы VI всерос. науч. конф. Челябинск, 2015. С. 90-96.

9. Sharapov D.V. Bronze Age settlement patterns and the development of complex societies in the southern Ural steppes (3500-1400 BC): PhD diss. University of Pittsburgh. Pittsburgh, 2017.

10. Шарапов Д.В. Микрорайон как объект исследования: сравнительный анализ полевых методик // Экология древних и традиционных обществ. Вып. 6: Материалы VI Междунар. науч. конф. (Тюмень, 2-6 ноября 2020 г.). / Отв. ред. Н.П. Матвеева, Н.Е. Рябогина. Тюмень: Изд-во ТюмНЦ СО РАН, 2020. С. 59-62.

11. Vita-Finzi C., Higgs E. S., Sturdy D., Harriss J., Legge A. J., Tippett H. Prehistoric economy in the Mount Carmel area of Palestine: site catchment analysis // Proceedings of the prehistoric society. 1970. Vol. 36. P. 1-37.

12. Левит А.И., Плаксина А.Л., Маркова Л.М. Эколого-ландшафтное картографирование в степной зоне Зауралья // Вестник ЧелГУ. 2011. № 5. С. 36-43.

13. Жучкова В.К., Раковская Э.М. Методы комплексных физико-географических исследований: Учеб. пособие для студ. вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 368 с.

14. Геоморфологическая карта Урала. 1985 г. [Карты] / Масштаб 1:500000. 1970 г. Глав. ред. А.П. Сигов. Ред. В.С. Шуб. Составители: Т.И. Иванов, В.Н. Павлов [и др.] / Министерство геологии СССР. Редакционный совет металлогенической карты Урала.

15. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000 Издание второе. Серия Южно-Уральская Лист N-40-XXX. Составили: В.М. Мосейчук, А.В. Яркова, И.Г. Михайлов, Л.В. Кашина, Т.Н. Сурин, Н.А. Плохих, В.Н. Юрецкий. Челябинск, 2000.

16. Почвенная карта Челябинской области 1985 г. [Карты] / Отв. ред. Р.К. Сигнаевский. Омск: Изд-во Омская картографическая фабрика, 1989 г. 6 л.

17. Миронычева-Токарева Н.П. Эволюция растительного покрова лугов Южного Урала // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2009. Ч. 4. № 2. С. 78-83.

18. Миронычева-Токарева Н.П. Сукцесси степных экосистем при полном заповедании (на примере заповедника «Аркаим») // Степи и лесостепи Зауралья: материалы к исследованиям: труды Музея-заповедника «Аркаим». Челябинск: Крокус, 2006. стр. 31-44.

19. Шарапов Д.В., Плаксина А.Л. Пастбищная продуктивность долины р. Карагайлы-аят как индикатор оседлости/мобильности обществ синташтинско-петровского периода // Древние и традиционные культуры во взаимодействии со средой обитания: проблемы исторической реконструкции: материалы II Междунар. междисциплинар. конф., Челябинск, Россия, 12-14 апреля 2023 г. / Отв. ред. Е.В. Куприянова. Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2023. С. 88-99.

20. Rassadnikov A.Yu., Kosintsev P.A., Koryakova L.N. The osteological collection from the Kamennyi Amber settlement // Krause R., Koryakova L.N. (eds.). Multidisciplinary Investigations of the Bronze Age Settlements in the Southern Trans-Urals (Russia). Bonn: Habelt, 2013. P. 239-85.

21. Епимахов А.В., Анкушев М.Н., Анкушева П.С., Киселева Д.В., Чечушков И.В. Предварительные результаты анализа изотопов стронция в рамках изучения мобильности населения бронзового века Зауралья // Геоархеология и археологическая минералогия. 2021. Т. 8. С. 11-17.

22. Чечушков И.В., Епимахов А.В. Варианты исследования мобильности по данным изотопии стронция (анализ фоновых значений) // Геоархеология и археологическая минералогия. 2023. Т. 10. С. 23-27.

23. Imran T.F., Orkaby A., Chen J., Selvaraj S., Driver J.A., Gaziano J.M., Djoussé L. Walking pace is inversely associated with risk of death and cardiovascular disease: The Physicians' Health Study // Atherosclerosis. 2019. № 289. P. 51-56.

24. Stobbe A., Gumnior M., Rühl L., Schneider H. Bronze Age human-landscape interactions in the southern Transural steppe, Russia – Evidence from high-resolution palaeobotanical studies // The Holocene. 2016. № 26 (10). P. 1692-1710.

25. Koryakova, L.N., Epimakhov A.V. The Urals and Western Siberia in the Bronze and Iron Ages. Cambridge University Press, New York, 2007. 384 p.

26. Зданович Д.Г., Зданович Г.Б. Аркаим и «Страна городов» эпохи бронзы: модели существования, экономика, экология // Аркаим – укрепленное поселение эпохи бронзы степного Зауралья: почвенно-археологические исследования: коллект. моногр. М.: «Типография» Россельхозакадемии, 2014. С. 94-146.

27. Gaiduchenko L.L. The Biological Remains from the Fortified Settlements of the Country of Towns of the Trans-Urals // Complex Societies of Central Eurasia from the 3rd to the 1st Millennium BC: Regional Specifics in Light of Global Models. Washington, D.C.: Institute for Study of Man, 2002. P. 400-416.

УДК 551.4.042
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1029-1034

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКЗОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА СТЕПНЫХ СКЛОНАХ МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА «ДИВНОГОРЬЕ»

MODERN EXODYNAMIC PROCESSES ON THE STEPPE HILLSIDE OF THE DIVNOGORYE MUSEUM-RESERVE

Подобед Е.А.[1], Назаров И.С.[2]
Podobed E.A.[1], Nazarov I.S.[2]

[1]Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия
[2]Природный, архитектурно-археологический музей-заповедник «Дивногорье», Воронеж, Россия
[1]Voronezh State University, Voronezh, Russia
[2]Natural, architectural and archaeological museum-reserve "Divnogorye", Voronezh, Russia

E-mail: [1]gea_09@mail.ru, [2]igor1988vrn@mail.ru

Аннотация. Музей-заповедник «Дивногорье» – уникальная в природном отношении территория, характеризующаяся огромным разнообразием ландшафтных комплексов, что, прежде всего, обусловлено пестротой материнских пород и контрастами рельефа. Главная ландшафтообразующая роль здесь принадлежит мело-мергельным породам верхнемелового возраста. Геоморфологическое строение представлено меловыми ландшафтами в виде отвесных меловых склонов речных долин, балок и оврагов, в том числе каньонообразных, экзотической формы останцов (див), карровых полей, оползней-оплывов и др. Кроме этого, особенно ярко на данной территории выражены экзогенные геоморфологические процессы (эрозионные, обвально-осыпные, карстовые и оползневые), протекающие в условиях мело-мергельного субстрата. Эти процессы отличается высокой динамичностью и играют существенную роль в формировании современного облика территории. В статье приведена краткая характеристика геолого-геоморфологического строения территории, рассмотрены природные и антропогенные факторы, влияющие на развитие современных экзодинамических процессов, выявлены особенности их распространения и роль в современном ландшафтно-экологическом состоянии. На основе полевых данных, литературных источников и геоинформационных методов закартировано распространение эрозионных, обвально-осыпных и оползневых процессов в пределах различных вариантов склонового типа местности, а также рассчитаны занимаемые ими площади в пределах музея-заповедника «Дивногорье».

Ключевые слова: Музей-заповедник «Дивногорье», экзодинамические процессы, меловые склоны, ландшафт.

Abstract. The Divnogorye Museum-Reserve is a unique territory in natural terms, characterized by a huge variety of landscape complexes, which is primarily due to the diversity of parent rocks and relief contrasts. The main landscape-forming role here belongs to the chalk-marl rocks of the Upper Cretaceous age. The geomorphological structure is represented by chalk landscapes in the form of steep chalk slopes of river valleys, gullies and ravines, including canyon-like ones, exotic-shaped outcrops (divas), carr fields, landslides, etc. In addition, exogenous geomorphological processes are especially pronounced in this territory (erosive, landslide-talus, karst and landslide), occurring in conditions of chalk-marl substrate. These processes are highly dynamic and play a significant role in shaping the modern appearance of the territory. The article provides a brief description of the geological and geomorphological structure of the territory, considers natural and anthropogenic factors influencing the development of modern exodynamic processes, identifies the features of their distribution and role in the modern landscape-ecological state. Based on field data, literary sources and geoinformation methods, the distribution of erosion, landslide-talus and landslide processes within various variants of the slope type of terrain was mapped, and the areas they occupied within the Divnogorye Museum-Reserve were calculated.

Key words: Divnogorye Museum-Reserve, exodynamic processes, chalk slopes, landscape.

Введение. Музей-заповедник «Дивногорье» расположен на крутом обрывистом правобережье Дона и Тихой Сосны в пределах южной лесостепи на юго-восточных склонах Среднерусской возвышенности. Исследуемая территория приурочена к Донскому Белогорью, где главная роль в формировании современных ландшафтов принадлежит карбонатным породам верхнемелового возраста (мощностью до 100 м), повсеместно представленных сантонскими мергелями и туронским мелом, зачастую выходящих на дневную поверхность или залегающих здесь неглубоко от поверхности. В геоморфологическом отношении отрезок речной долины на этом участке отличается более чем 90-метровой относительной высотой, чередованием отвесных

меловых стенок, прикрытых у подножия осыпями из измельченного мелового рухляка [1]. Специфическое геолого-геоморфологическое строение территории в тесном сочетании с рядом других природных факторов (тектоники, литологии, климатических условий) привело к достаточно широкому распространению на степных склонах Дивногорья экзодинамических процессов. Под экзодинамическими процессами мы понимаем типично «экзогенные» процессы (внешние), зависящие от внутренних сил Земли, протекающие на ее поверхности под воздействием природных и антропогенных факторов и вызывающие изменения в ее рельефе [2]. Эти процессы являются важной частью геологического цикла и играют ключевую роль в формировании и изменении ландшафтов.

Помимо естественных природных факторов, заметную роль на развитие экзодинамических процессов на степных склонах Дивногорья с древнейших времен оказывал человек. Так, по мнению В.В. Попова и В.В. Козина уже в позднепалеолитическое время интенсивная деятельность человека на склонах и межовражных мысах в перигляциальных условиях, активизировала здесь эрозию и сезонную солифлюкцию [3]. Значительно возросла интенсивность антропогенного воздействия (прежде всего, в виде выпаса и повсеместной распашки земель, в том числе приводораздельных склонов) на природные комплексы в последнее столетие. Особую роль в активизации обвально-осыпных и оползневых процессов особенно на правом склоне долины Тихой Сосны и Дона также сыграла его подрезка при строительстве железной дороги Валуйки-Балашов.

Материалы и методы. В основу исследований были положены методы полевых исследований, анализ литературных источников, спутниковых снимков и картографических материалов, составленных воронежскими ландшафтоведами А.В. Бережным, Ф.Н. Мильковым, В.Б. Михно (1994). Систематические наблюдения за процессами линейной эрозии проводились с ноября 2019 года в балках Голая, Каньон, Стенкин Яр при помощи установленных реперов. Для создания карты-схемы распространения современных экзодинамических процессов и расчёта занимаемой ими площади в пределах музея-заповедника «Дивногорье» применялась ГИС MapInfo 17.0.

Результаты исследований и их обсуждение. В настоящее время на исследуемой территории получили широкое распространение поверхностные и подземные экзодинамические процессы, тесно взаимосвязанные между собой. К ним относятся эрозионные, обвально-осыпные, оползневые и карстовые процессы *(рисунок 1)*. Большинство из них наиболее активно протекают на слабозадернованных крутых долинно-балочных склонах заповедника, при этом часть из них (например, плоскостной смыв, эрозия и оползни) получают развитие на высокобонитетных степных участках склонов, приводя порой к дестабилизации их ландшафтно-экологической обстановки.

Степные склоны Дивногорья – главное природное богатство музея-заповедника. Помимо уникальных меловых скалистых выступов «див», здесь произрастает множество редких, в том числе реликтовых растений. По данным коллективной монографии, изданной в 2023 году сотрудниками кафедры ботаники и микологии Воронежского государственного университета на территории музея-заповедника произрастает 869 аборигенных и адвентивных видов сосудистых растений. Из них в Красную книгу Воронежской области занесены 52 вида (6%), из которых 8 охраняется и на федеральном уровне [4]. Придолинные, прибалочные и приовражные склоны музея-заповедника покрыты разнотравно-злаковыми степями с кальцефитной флорой, в частности своеобразными тимьянниковыми степями и кальцефитно-петрофитными луговыми степями («сниженные альпы»). В их числе широко распространены реликтовые виды растений, находящиеся в родственных связях с растениями Крыма, Кавказа, Средней Азии и Средиземноморья [5].

Склоновый тип местности занимает около 52% музея-заповедника и охватывает крутые долинные склоны Дона и Тихой Сосны, современную овражно-балочную сеть и слабонаклоненную поверхность выравнивания позднего плиоцена. Также он является наиболее разнообразным в ландшафтном отношении типом местности музея. Несмотря на высокую динамичность и интенсивность экзогенных геоморфологических процессов в целом характеризуется достаточно благоприятной ландшафтно-экологической обстановкой [6]. Однако, ввиду существенной неоднородности склонового типа местности такая ситуация наблюдается не везде, поэтому необходимо дифференцированно подходить к его изучению. Разнообразие и интенсивность экзодинамических процессов на склонах значительно отличается в зависимости от их местоположения, крутизны, задернованности и литологических

особенностей. В связи с этим, выявленные экзодинамические процессы были рассмотрены в пределах различных вариантов склонового типа местности: приводораздельных покатых склонов, прибровочных пологих склонов, долинно-балочных крутосклонов и днищах балок.

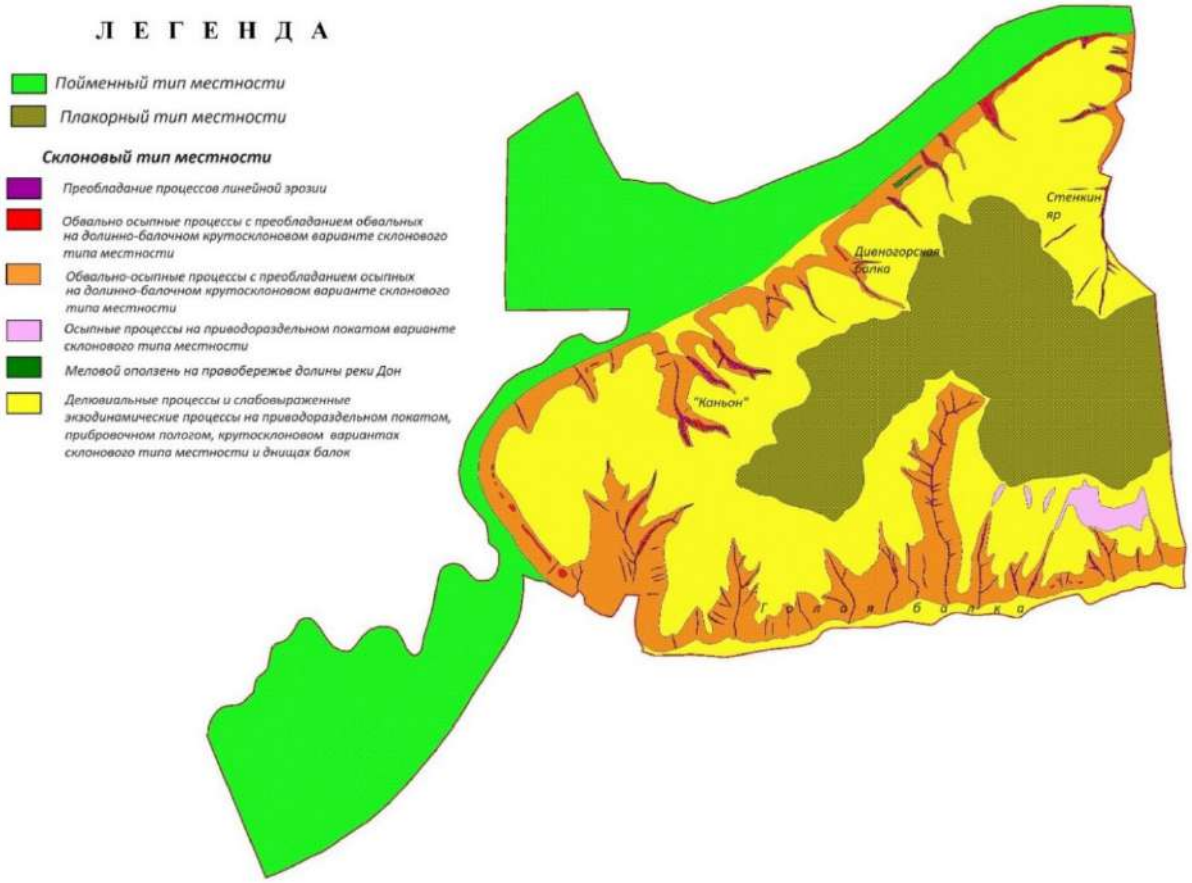


Рисунок 1. Картосхема распространения современных экзодинамических процессов на территории музея-заповедника «Дивногорье».

Приводораздельные покатые склоны (4-6°) на территории музея-заповедника хорошо выражены в рельефе и являются доминирующими, располагаясь на обнажениях сантонских мергелей в условиях усиленного поверхностного стока [5]. Из-за этого здесь наблюдается процесс активного смыва почвы и мела, хорошо заметны современные эрозионные борозды. Активизация смыва происходит во время весеннего снеготаяния. Помимо этого, в юго-восточной части музея-заповедника на слабозадернованных участках, где доминируют разреженные тимьянники на остаточно-карбонатных сильнощебнистых почвах, отмечается активное проявление осыпных процессов *(рисунок 1)*. В целом в растительном покрове на приводораздельных покатых склонах господствуют разнотравно-злаковые и злаково-разнотравные степные участки с преобладанием ковыля перистого *(Stipa pennata L.)* и шалфея поникающего *(Salvia nutans L.)*.

Прибровочные пологие склоны Дивногорья заняты преимущественно ковыльно-разнотравными степями. Вследствие хорошей задернованности и незначительных уклонов поверхности (3-4°) отличаются достаточно высокой устойчивостью по отношению к деструктивным экзогенным процессам. Несмотря на это все же подвержены плоскостной эрозии, о чем свидетельствует наличие здесь промоин, тянущихся от приводораздельного покатого склона к долинно-балочным крутосклонам. В верхней части этого типа склонов происходит аккумуляция смытого с приводораздельных склонов материала. В нижней части пологих прибровочных склонов, там, где мощность попелух совсем мала и близко залегание мела, можно встретить реликтовые растения «сниженных альп» - осоку низкую (*Carex humilis)*, шиверекию подольскую (*Schivereckia podolica)*, проломник Козо-Полянского (*Androsace koso-poljanskii*), бурачок Гмелина *(Alyssum gmelinii)* и другие, часть из которых занесена в Красную книгу Воронежской области.

Долинно-балочные крутосклоны (более 30°) на территории музея-заповедника характеризуются наибольшим количеством экзодинамических процессов, площадь которых здесь составляет около 200 га *(таблица 1)*. К данному варианту склонового типа местности относятся правый крутой коренной склон долины Тихой Сосны и Дона (с многочисленными обнажениями мела и мергелей) и склоны крупных балок (Голая, Каньон, Дивногорская, Стенкин Яр и др.). Крутизна долинного склона на отдельных участках превышает 60°, а высота достигает 100 м. Во многих местах он изрезан оврагами, балками и ложбинами стока.

Таблица 1

Экзодинамические процессы в пределах склонового типа местности музея-заповедника «Дивногорье»

Тип выдела	Площадь (га)	Площадь (%)
Пойменый тип местности	380	29,9
Плакорный тип местности	230	18,2
Экзодинамические процессы в пределах склонового типа местности		
Преобладание процессов линейной эрозии	10	0,8
Обвально-осыпные процессы с преобладанием обвальных	10	0,8
Обвально-осыпные процессы с преобладанием осыпных	190	14,9
Осыпные процессы на приводораздельном покатом варианте склонового типа местности	9	0,7
Меловой оползень на правобережье долины р. Дон	0,4	0,1
Делювиальные процессы и слабовыраженные экзодинамические процессы на склонах	440	34,6
Склоновый тип местности (всего)	659,4	51,9
ВСЕГО	1269,4	100

Визуально хорошо различимы верхняя часть крутосклонов – выступающая местом транзита размытого с вышележащих урочищ материала и нижняя часть склона – выступающая местом аккумуляции материала. Разница между верхним и нижним крутосклоном хорошо заметна и в флористическом отношении. Верхняя часть – это местообитания реликтовых и кальцефитных видов растений (тимьян меловой *(Thymus calcareus)*, бурачёк Гмелина *(Alyssum gmelinii)*, оносма простейшая (*Onosma simplicissima*), осока низкая (*Carex humilis)*), а в нижней части склона, на смытых почвах произрастает ковыль перистый *(Stipa pennata L.)*, ковыль волосовидный *(Stipa capillata L.)*. Весной в нижней части склонов можно наблюдать цветущий адонис весенний *(Adonis vernalis L.)* – растение Красной книги РФ. В целом же на крутых меловых склонах помимо тимьяна мелового *(Thymus calcareus)* преобладают такие виды как лён украинский *(Linum ucranicum)*, катран татарский *(Crambe tataria)*, скабиоза бледно-жёлтая *(Scabiosa ochroleuca L.)*, ясменник серо-плодный *(Asperula tephrocarpa)*.

Значительные относительные высоты, густая сеть ложбин стока, трещиноватость мела, неотектоническое поднятие территории привели к широкому развитию в музее-заповеднике оврагов. Свыше 50 оврагов имеют длину более 100 м, ширина которых обычно не превышает 50 м, а глубина – 20-30 м. Здесь получили развитие преимущественно два типа оврагов: боковые (склоновые) и донные [5]. Преобладают узкие, крутостенные, прямолинейные овраги с голыми меловыми бортами, зарастающими вершинами и днищем, что свидетельствует об их стабильном состоянии и в целом о затухании на современном этапе развития *(рисунок 2)*.

Помимо широкого распространения линейной эрозии, здесь зачастую получают активное развитие гравитационные – обвалы, осыпание, оползание (особенно на правом берегу р. Дон между Дивногорским монастырём и с. Селявное) и карстовые процессы преимущественно в виде голого мелового карста (лунковые и ячеистые карры на стенках Больших Див, гребневидные и бороздчатые карры на бортах донного оврага балки Каньон [5]).



Рисунок 2. Овраг в балке «Каньон».

Днища балок и оврагов Дивногорья – это место концентрации стока, особенно ливневых и талых вод, поэтому они характеризуются повышенной влажностью. В них преобладают пырей ползучий *(Elytrigia repens)*, кусты тёрна обыкновенного *(Prunus spinosa)*, боярышника однопестичного *(Crataegus monogyna)* и шиповника майского *(Rosa majalis)*. Кустарниковая растительность развита в основном возле пересыхающих русел ручьёв. Летом, на дне Голой балки можно увидеть длинный извилистый V-образный овраг, обрамлённый влаголюбивой растительностью и кустарником. Весной, во время снеготаяния, этот овраг превращается в шумный поток, несущий свои воды в сторону хутора Дивногорье.

В настоящее время среди экзодинамических процессов на степных склонах Дивногорья доминируют обвально-осыпные процессы (занимающие около 200 га), зачастую протекающие в тесной взаимосвязи друг с другом. Им подвержены преимущественно долинно-балочные крутосклоны с обнажающимися мело-мергельными породами *(рисунок 3)*.



Рисунок 3. Обвально-осыпные процессы на крутом долинном склоне р. Дон.

Оползневые процессы на территории музея-заповедника не получили широкого распространения, встречаются только на крутом правобережном долинном склоне Дона (*рисунок 4*). Их площадь составляет около 0,4 га *(таблица 1)*. Проявление данных процессов обусловлено широким распространением здесь наклонно залегающих водоупорных пород (сантонских мергелей и глин харьковского и киевского ярусов), перекрытых рыхлыми, хорошо поглощающими воду щебнистыми меловыми и песчано-глинистыми отложениями [5].



Рисунок 4. Оползневые процессы на крутом долинном склоне р. Дон.

Заключение. Таким образом, выявленные особенности распространения и интенсивности экзодинамических процессов в пределах склонового типа местности музея-заповедника «Дивногорье» позволяют сделать следующие выводы. Во-первых, их роль в дестабилизации современной ландшафтно-экологической обстановки невелика и в целом им присуща сукцессионная динамика. Более того, по мнению воронежских ландшафтоведов, проявляющиеся здесь линейная и плоскостная эрозия, обвалы и осыпи способствуют обнажению мело-мергельных пород, что создает условия для развития сообществ с редкими элементами флоры [7]. Во-вторых, самыми динамичными в настоящее время являются обвально-осыпные процессы на долинно-балочных крутосклонах практически лишенных естественного растительного покрова. В-третьих, благодаря установленному в музее-заповеднике режиму охраны, и в целом минимизации антропогенного воздействия (прекращения распашки и выпаса, а также ограничения движения автотранспорта) на ландшафтные комплексы, в последние десятилетия отмечается уменьшение интенсивности линейной эрозии, о чем свидетельствуют зарастающие днища и верховья оврагов. Однако, несмотря на наметившиеся положительные тенденции, склоновые экзогенные геоморфологические процессы все же широко распространены на исследуемой территории и характеризуются достаточно высокой динамичностью. Поэтому данную территорию необходимо рассматривать как своеобразную природную лабораторию по изучению многих рельефообразующих процессов в естественных условиях и включить в систему регулярного мониторинга сотрудниками музея-заповедника. Помимо этого, полученные в ходе проведенного исследования результаты могут быть использованы как при организации новых туристических маршрутов по музею-заповеднику, так и при осуществлении работ, направленных на устойчивое развитие территории.

Список литературы

1. Федотов В.И., Федотов С.В. Современные экзодинамические процессы в Воронежском Подонье // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2019. № 1. С. 15-20.

2. Горшков С.П. Экзодинамические процессы освоенных территорий. М.: Недра, 1982. 286 с.

3. Попов В.В., Козин В.В. Костенковско-Борщевское Подонье // Природа и ландшафты Подворонежья. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1983. С.161-170.

4. Агафонов В.А., Ганнибал Б.К., Казьмина Е.С., Чернобылова М.В., Чернышова Т.Н., Шилова И.Н., Муковнина А.М. Флора Дивногорья. Воронеж: Строки, 2023. 172 с.

5. Бережной А.В., Мильков Ф.Н., Михно В.Б. Дивногорье: природа и ландшафты. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1994. 128 с.

6. Подобед Е.А., Назаров И.С. Ландшафтные особенности меловых склонов Дивногорья // Труды музея-заповедника «Дивногорье» / под ред. С.И. Владимирова. Вып. 8. Воронеж: Полиграфический центр «Пресс-бургер», 2021. С. 38-45.

7. Бевз В.Н., Григорьевская А.Я., Горбунов А.С., Быковская О.П. Склоновые меловые ландшафты – рефугиумы биоразнообразия (на примере Центрального Черноземья России) // Современное состояние, тенденции развития, рациональное использование и сохранение биологического разнообразия растительного мира: материалы междунар. науч. конф. Минск: Экоперспектива, 2014. С. 93-296.

УДК 631.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1035-1038

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ МЕЛОВЫХ ПОЛИГОНОВ ЮГА ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

TEMPERATURE REGIME OF SOILS OF CRETACEOUS POLYGONS IN THE SOUTH OF THE ORENBURG REGION IN THE WINTER-SPRING PERIOD

Поляков Д.Г.[1], Рябуха А.Г.[1], Архангельская Т.А.[2], Ковда И.В.[3]
Polyakov D.G.[1], Ryabukha A.G.[1], Arkhangelskaya T.A.[2], Kovda I.V.[3]

[1]Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
[2]Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
[3]Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, Россия
[1]Steppe Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia
[2]Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
[3]V.V. Dokuchaev Soil Institute, Moscow, Russia

E-mail: [1]polakovdg@yandex.ru, [2]arhangelskaia@gmail.com, [3]ikovda@mail.ru

Аннотация. Исследован температурный режим почв комплексного почвенного покрова меловых полигонов Подуральского плато, Оренбургская область. Температуру почвы измеряли с начала ноября до середины июня на контрастных элементах микрорельефа с помощью автономных регистраторов температуры. Зимой и весной 2019-2020 гг. сезонные переходы через 0°С на разных элементах микрорельефа начинались примерно в одно и то же время и были приурочены ко вторым декадам ноября и марта. При этом глубина и скорость проникновения нулевой изотермы существенно отличалась по элементам микрорельефа. Нулевая изотерма в почве микроповышения устойчиво продвигалась с середины декабря до конца февраля, достигнув глубины 65 см. На микросклоне и в микропонижении ее продвижение прекратилось в конце декабря достигнув глубин 40 и 30 см соответственно. Основным фактором, влияющим на промерзание почв и проникновение нулевой изотермы, является глубина снежного покрова и микрорельеф как фактор его перераспределения.

Ключевые слова: микрорельеф, нагревание, охлаждение, нулевая изотерма.

Abstract. The temperature regime of the soils of the complex soil cover of the Cretaceous polygons of the Poduralsky plateau, Orenburg region, has been studied. Soil temperature was measured from early November to mid-June on contrasting microrelief elements using autonomous temperature recorders. In winter and spring 2019-2020, seasonal transitions through 0°C on different elements of the microrelief began at about the same time and were timed to coincide with the second decades of November and March. At the same time, the depth and rate of penetration of the zero isotherm differed significantly in the elements of the microrelief. The zero isotherm in the micro-elevation soil steadily advanced from mid-December to the end of February, reaching a depth of 65 cm. On the micro slope and in the micro-slope, its progress stopped at the end of December, reaching depths of 40 and 30 cm, respectively. The main factor influencing soil freezing and penetration of the zero isotherm is the depth of the snow cover and the microrelief as a factor of its redistribution.

Key words: microrelief, heating, cooling, zero isotherm.

Введение. Меловые полигоны – это специфический микрорельеф геометрически правильных многоугольников с незадернованным меловым пятном в центре. Микроповышения в виде многоугольников высотой около 30 см расположены рядами и разделены между собой хорошо задернованными микропонижениями, образующими в плане единую полигональную сеть. Меловые полигоны признаны уникальными природными объектами и включены в Кадастр геологических памятников природы [1], Красную книгу почв Оренбургской области [2] и России [3]. Генезис меловых полигонов, в этих изданиях связывался с современными криогенными процессами, которым сопутствуют химическое растворение и механическое разрушение мело-мергельных пород подземными водами [2, 4] или с увеличением объема глины при ее сезонном смачивании [1]. Обе гипотезы основывались на особенностях резко континентального климата и сезонного промерзания.

Наши исследования показали, что меловые полигоны сформировались в условиях криоаридного климата, многолетней мерзлоты, морозобойного растрескивания грунтов и роста полигонально-жильных льдов [5, 6]. Согласно палеоклиматическим реконструкциям, подобные условия существовали во время последнего ледникового максимума валдайского оледенения

(25-12 тыс. л.н.) [6, 7]. В результате этого почвы полигонов имеют серию реликтовых криогенных признаков: псевдоморфозы по повторно-жильным льдам, криотурбации, гумусовые прослои в нижней части профиля и др.

Однако наиболее существенной их особенностью является дифференцированное по микрорельефу формирование шлировой криотекстуры, морозного пучения и других современных криогенных процессов в почвах в пределах микроповышений.

Целью работы является исследование температурного режима почв меловых полигонов в период зимнего охлаждения и весеннего прогревания, как фактора дифференцированного проявления криогенных процессов в почвах.

Объект и методы. Меловые полигоны исследовали на ключевом участке, расположенном у с. Новопавловка Акбулакского района Оренбургской области (51°08’10” СШ, 55°37’16” ВД). Климат резкоконтинентальный. Коэффициент увлажнения около 0,55. Среднегодовая температура воздуха за период с 1990 г. по 2020 г. составила 5,7°С, средняя температура января равняется -11,9°С, июля – 22,8°С. Годовая сумма осадков составляет 336 мм. Глубина промерзания почвы может достигать 140 см, высота снежного покрова составляет около 30 см.

Почвенный покров комплексный. В микропонижениях расположены светлогумусовые почвы, на микросклонах – светлогумусовые криоструктурнометаморфические и в центральной части микроповышений – криоструктурнометаморфические [9].

Температуру почв измеряли с 01.11.2019 по 14.06.2020 автономными регистраторами температуры с разрешающей способностью 0,5°С и 0,0625°С. Датчики располагали колонкой на разных элементах микрорельефа на глубинах около 5, 10, 15, 20, 25, 40, 60, 80, 100 и 130 см *(рисунок 1)*. Относительные превышения поверхности почвы в местах закладки логгеров составили: на микроповышении 27 см, в верхней и средней частях микросклона 20 и 17 см соответственно. Криогенную текстуру изучали в образцах, полученных колонковым бурением с помощью аккумуляторного шуруповерта и коронки для сверления по бетону. Глубину промерзания устанавливали по изменению твердости почвы при бурении и контролировали наличием ледяных включений в отбираемых образцах.

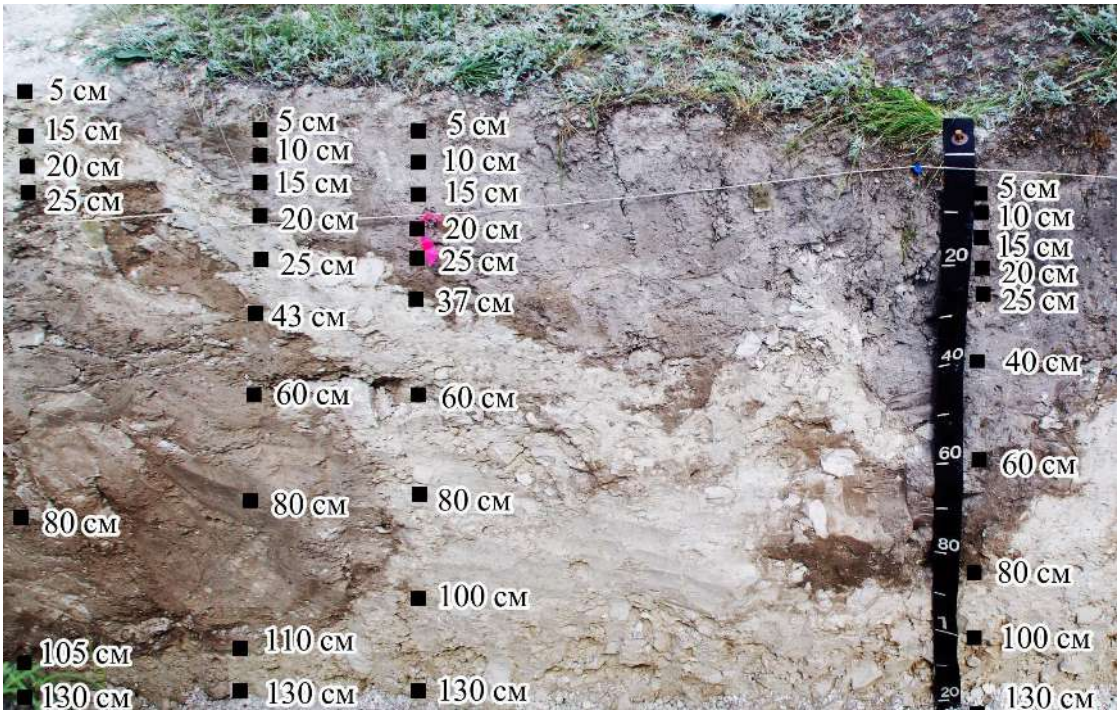


Рисунок 1. Схема расположения автономных регистраторов температуры.

Результаты и обсуждение. По данным метеостанции Акбулак (51°00’11” СШ, 55°37’31” ВД), погода в период наблюдений была существенно мягче климата последних трех десятилетий. Зимой выпало на 41% больше осадков, а температура воздуха была выше на 5,1°С. Это создало условия для менее интенсивного охлаждения и промерзания почвы, по сравнению с условиями последних десятилетий.

Охлаждение почв ниже 0°С отмечалось в середине ноября на всех элементах микрорельефа *(рисунок 2)*. С середины ноября до начала декабря во всех позициях происходило быстрое проникновение нулевой изотермы вглубь профиля. К началу декабря в ряду микроповышение, микросколон и микропноижение нулевая изотерма проникла до глубин 25, 30 и 20 см соответственно. Быстрее всего охлаждался микросклон, несмотря на более высокую температуропроводность мелового материала микроповышения по сравнению с температуропроводностью гумусового горизонта микросклона и микропонижения [10]. Это связано с формированием на микроповышении шлиров из избыточного льда, при образовании которых выделялась энергия. За декабрь нулевая изотерма в этом же ряду продвинулась на 20, 10 и 8 см – до глубин 45, 40 и 28 см соответственно. В январе и феврале продвижение нулевой изотермы наблюдалось только на микроповышении. В январе нулевая изотерма продвинулась вглубь на 13 см, а в феврале на 7 см, достигнув к концу зимы глубины 65 см. В этот период нулевая изотерма на микросклоне колебалась в пределах 38-40 см и в целом не продвигалась глубже декабрьского максимума, а в микрозападине находилась на глубине 28-30 см, достигнув максимума в конце февраля.

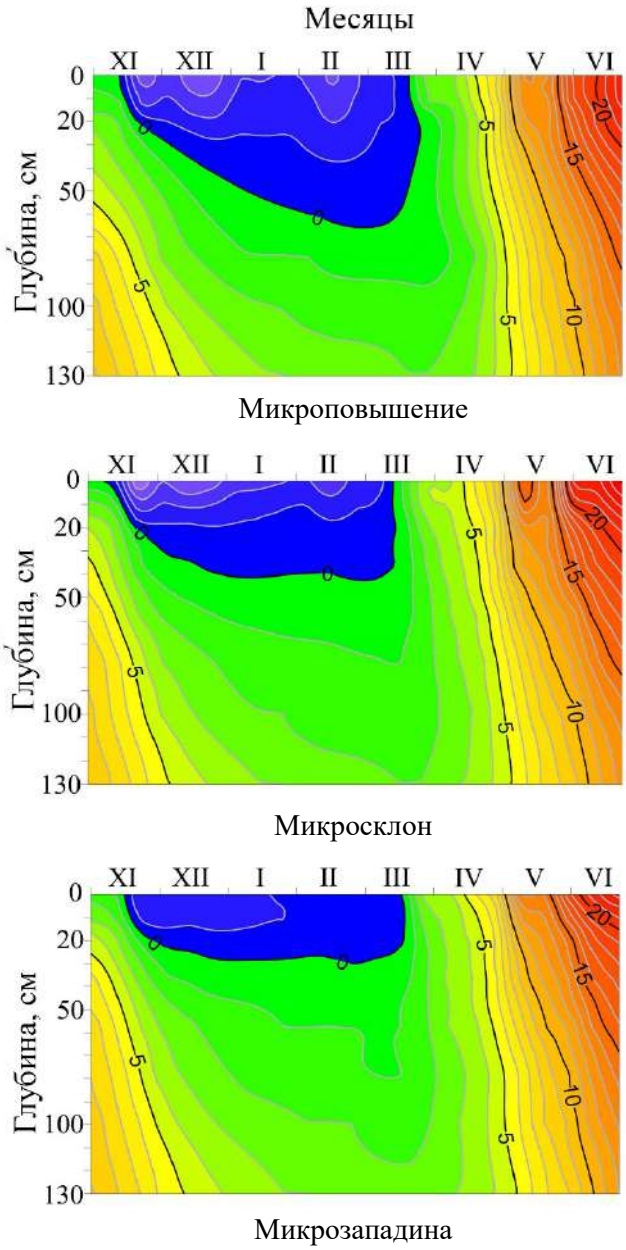


Рисунок 2. Термохроноизоплеты почв меловых полигонов для разных элементов микрорельефа (построены по среднедекадным значениям).

Температура почвы в зимнее время была наиболее динамичной на микроповышении и микросклоне, колеблясь по профилю от 0°С до -5°С в зависимости от температуры воздуха. В микропонижении температура почвы отличалась стабильностью, связанной с большей мощностью снежного покрова на этом участке по сравнению с возвышенными элементами микрорельефа.

Нагревание почвы выше 0°С по всему профилю почв комплекса отмечалось в середине марта. Нулевые изотермы в почвах микросклона и микропонижения расположены вертикально, что свидетельствует о быстром оттаивании и нагревании почв. На микроповышении нулевая изотерма имела слегка выпуклую форму, что свидетельствует о нагревании почвы выше 0°С как сверху, так и снизу промерзшего слоя.

Неоднородность температурного режима сопровождалась неоднородным проявлением криогенных процессов. 17 декабря 2021 года глубина промерзания микроповышения составила 50 см, а микропонижения 18 см. В промерзшем слое микроповышений обнаружена шлировая криогенная текстура на всю глубину промерзания сочетающая линзовидно-плетенчатую до глубины 10 см и слоистую ниже. В микропонижениях шлировая криотекстура формировалась только в верхнем 4 см слое в виде микрошлировой линзовидно плетенчатой, а ниже переходила в массивную.

Заключение. Температурный режим почв микроповышения и микропонижения меловых полигонов существенно отличается. Почвы микроповышения промерзают глубже и на протяжении всей зимы. Промерзший слой характеризуются динамичностью температуры в ответ на повышения и понижения температуры воздуха. Почвы микросклона промерзают на меньшую глубину, а само промерзание останавливается в начале января. Здесь также выражена динамичность температуры промерзшего слоя, даже в отсутствии дальнейшего углубления нулевой изотермы. Почвы микропонижения отличаются минимальным промерзанием, остановкой продвижения нулевой изотермы вглубь профиля в начале января и стабильностью температуры почвы. Латеральная неоднородность температуры почвы, меньшие температуры и более долгое во времени промерзание микроповышений создает предпосылки для подтягивания к ним почвенной влаги из подчиненных элементов микрорельефа, что наблюдается визуально в виде шлировой криотекстуры с избыточным льдом в пределах микроповышений.

Список литературы

1. Чибилев А.А., Мусихин Г.Д., Павлейчик В.М., Петрищев В.П., Сивохип Ж.Т. Геологические памятники природы Оренбургской области. Оренбург: ОКИ, 2000. 400 с.

2. Климентьев А.И., Чибилев А.А., Блохин Е.В., Грошев И.В. Красная книга почв Оренбургской области. Екатеринбург: УрО РАН, 2001, 295 с.

3. Красная книга почв России: Объекты Красной книги и кадастра особо ценных почв / Науч. ред.: Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. М.: МАКС Пресс, 2009. 576 с.

4. Михно В.Б. Меловые ландшафты Восточно-Европейской равнины. Воронеж: Петровский сквер, 1992. 232 с.

5. Рябуха А.Г., Поляков Д.Г., Стрелецкая И.Д., Ковда И.В. Морфология и современное функционирование меловых полигонов Общего Сырта, юго-восток Восточно-Европейской равнины // Геоморфология. 2022. № 3. С. 128-133. DOI: 10.31857/S0435428122030130.

6. Рябуха А.Г., Стрелецкая И.Д., Поляков Д.Г. Морфология, генезис и современная динамика полигональных меловых ландшафтов в долине р. Итчашкан // Вестник ВГУ. Сер. География, геоэкология. 2022. № 3. С. 57-68. DOI: 10.17308/geo/1609-0683/2022/3/57-68.

7. Величко А.А. (ред.). Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария. Поздний плейстоцен – голоцен. Атлас-монография. М.: ГЕОС, 2009. 120 с.

8. Vandenberghe J., French H., Gorbunov A. et al. The Last Permafrost Maximum (LPM) map of the Northern Hemisphere: permafrost extent and mean annual air temperatures, 25-17 ka BP // Boreas. 2014. Vol. 43. No. 3. P. 652-666. DOI: 10.1111/bor.12070.

9. Поляков Д.Г., Ковда И.В., Рябуха А.Г. Почвы меловых полигонов Подуральского плато: морфология, свойства и классификация // Почвоведение. 2024. № 1. (в печати)

10. Поляков Д.Г., Архангельская Т.А., Рябуха А.Г. Ковда И.В. Температуропроводность криомофных почв степных комплексов на меловых породах // Почвоведение. 2021. № 9. С. 1051-1060. DOI: 10.31857/S0032180X21090069.

УДК 182. 33/34
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1039-1044

БРИОФЛОРА ОХРАНЯЕМЫХ ЛЕСОСТЕПНЫХ ДУБРАВ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

BRYOFLORA OF PROTECTED FOREST-STEPPE OAK FORESTS OF THE RYAZAN REGION

Попова Н.Н.
Popova N.N.

Воронежская государственная академия спорта, Воронеж, Россия
Voronezh State Academy of Sports, Voronezh, Russia

E-mail: leskea@vmail.ru

Аннотация. Приведены данные по бриофлоре охраняемых лесостепных дубрав Рязанской области. Бриофлора насчитывает 83 вида, из них 4 вида занесены в основной список Красной книги Рязанской области, 5 видов – в мониторинговый. Приводится список видов мохообразных и их распространение по исследованным объектам. Локальные охраняемые бриофлоры лесостепных дубрав включают от 13 до 50 видов. Относительная бедность видового состава лесостепных дубрав Рязанской области по сравнению с другими областями средней полосы России, объясняется их преимущественным расположением пологих склонах междуречий, низким уровнем контрастности местообитаний. Наиболее ценными объектами в аспекте сохранения биоразнообразия мохообразных являются Ерлинский лес, Дубняк, Урочище Чернавское, Урочище Аманово, предлагаемое к охране Урочище Альютово.
Ключевые слова: биоразнообразие, дубравы, лесостепь, редкие виды, Рязанская область.

Abstract. The data on the bryoflora of protected forest-steppe oak forests of the Ryazan region are presented. Bryoflora has 83 species, of which 4 species are listed in the main list of the Red Book of the Ryazan region, 5 species are in the monitoring list. A list of mossy species and their distribution across the studied sites is provided. Local protected bryoflora of forest-steppe oak forests include from 13 to 50 species. The relative poverty of the species composition of the forest–steppe oak forests of the Ryazan region in comparison with other regions of central Russia is explained by their predominant location on the gentle slopes of the interfluves, low level of habitat contrast. The most valuable objects in the aspect of preserving the biodiversity of mosses are the Yurlinsky forest, Dubnyak, Chernavskoye tract, Amanovo tract, and the Alyutovo Tract proposed for protection.
Key words: biodiversity, oak forests, forest-steppe, rare species, Ryazan region.

Введение. Как и в большинстве регионов Центральной России в Рязанской области не все компоненты биоты изучены в равной мере, в частности, мохообразные – весьма многочисленная и своеобразная группа споровых растений. И если общий состав бриофлоры относительно изучен, то вопросы распространения, частоты встречаемости, экологической приуроченности, динамики состояния популяций индикаторных и редких видов, проблемы территориальной охраны во многом не решены. В рамках подготовки третьего издания Красной книги Рязанской области с 2015 г. автором данной статьи начато бриологическое обследование наименее изученных южных районов Рязанской области. Особое внимание было уделено встречаемости и распространению редких лесных видов и оценке их обеспеченности территориальной охраной. В данной публикации анализируются параметры видового богатства мохообразных охраняемых дубрав в пределах лесостепной части Рязанской области.

Материалы и методы исследований. Сборы мохообразных проводились маршрутным методом в 2017-2023 гг. Изучены все существующие памятники природы (за исключение урочища Новопанское в Михайловской районе и Малой дубравы в Сапожковском районе), а также лесостепные дубравы в составе комплексных ООПТ. Камеральная обработка осуществлялась с применением общепринятых бриологических методик. Гербарные сборы хранятся в фондовом гербарии заповедника «Галичья гора» (VU). Номенклатура видов дана по сводкам мхов и печеночников России [1, 2]. Принятые сокращения: ПП – памятник природы.

Результаты исследований и их обсуждение. Ниже приводится краткая характеристика изученных объектов. Установочные сведения взяты из сводки «Природно-заповедный фонд Рязанской области [3].

1. Калининская дубрава (Александро-Невский район). ООПТ организован в 1977 г., площадь 84 га. Расположен по склонам запруженного ручья, впадающего в р. Хупту. Возраст дубравы около 70 лет, в древостое помимо дуба обильна осина; на склонах в нижней части балки фрагментарно представлены остепненные сообщества (вишарники). Бриофлора насчитывает 23

вида, из относительно интересных можно назвать эпигейные виды *Tortula acaulon* (опушка, выбросы землероев), *Pohlia melanodon* (обочина тропинки). Состояние ПП удовлетворительное.

2. Урочище Аманово (Кораблинский район). Организован в 1977 г., площадь 160 га. Расположен на плоской слабодренированной равнины в междуречье притоков реки Прони – Молвы и Алешни рядом с одноименным селом. В составе древостоя господствует дуб черешчатый, присутствует липа сердцелистная, ясень обыкновенный, а также береза бородавчатая; возраст 70-80 лет; подлесок хорошо развит; травостой слагают разнотравные ассоциации. Состояние ПП хорошее, однако он активно посещается местными жителями. В составе бриофлоры выявлено около 30 видов, помимо частых дубравных видов в данном ПП присутствуют редкие неморальные эпифиты *Neckera pennata* (первая находка в лесостепной части Рязанской области, ближайшие местонахождения в Окском заповеднике и Мещерском национальном парке)*, Porella platyphylla, Anomodontella longifolia,* которые можно считать индикаторами хорошей сохранности биологически ценных лесных сообществ. Два первых вида занесены в Красную книгу Рязанской области [4] с категорией редкости 2; они встречены однократно, размеры популяций не превышают 0,5 дц^2; третий вид помещен в мониторинговый список, состояние популяции *Anomodontella longifolia* относительно благополучное.

3.Урочище Пехлец (Кораблинский район). Организован в 1977 г., площадь 63 га. Расположен в верхней части пологого правого склона долины р. Рановы близ с. Пехлец; рельеф слабо расчленен тремя небольшими логами. Состав бриофлоры мало интересен (всего 17 видов), редких видов нет. Состояние ПП удовлетворительное.

4. Ерлинский лес (Кораблинский район). Организован в 1977 г., площадь 73,5 га. Входит в состав историко-культурного и природно-ландшафтного музея-заповедника «Усадьба С.Н. Худекова», бриофлоре которого посвящена отдельная статья [5]. Расположен на пологой равнинной поверхности междуречья рек Марьинки и Молвы. Растительность представлена дубравой с характерным набором спутников – липой, кленом, ясенем, а также березой и осиной. В притеррасной части узкой полосой протянулся заболоченный черноольшаник. Наличие такого типа местообитаний существенно обогатило флору мохообразных – около 50 видов; среди них присутствуют гигрофиты *Hygroamblystegium humile, Plagiomnium ellipticum,* а также эпиксил *Herzogiella seligeri* (занесен в мониторинговый список). На стволе дуба отмечен неморальный эпифит *Leucodon sciuroides,* занесенный в Красную книгу Рязанской области с категорией 3, популяция представлена небольшой дерновинкой, площадью не более 0,5 дц^2. Ерлинский лес является самым ценным из числа изученных объектов с точки зрения флористического и структурного разнообразия; состояние ПП хорошее несмотря на то, что он входит в состав активно посещаемого музея-заповедника.

5. Урочище Чернавское (Милославский район). ПП, площадью 480 га, был организован в 1977, в 2003 г. он вошел в состав государственного заказника «Милославская лесостепь», по бриофлоре которого опубликован отдельная статья [6]. Урочище Чернавское представляет ценность как одна из крупных хорошо сохранившихся средневозрастных лесостепных дубрав юга Рязанской области. Дубрава расположена на выровненных междуречных пространствах. В бриофлоре отмечено около 30 видов. Учитывая существенный удельный вес в древостое березы бородавчатой в составе бриофлоры много бореальных представителей «березового» эпифитного комплекса: *Callicladium haldanianum, Dicranum montanum, D. scoparium, D. polysetum*, *Ptilidium pulcherrimum, Sanionia uncinata.* В целом бриофлора носит бореальный характер, хотя присутствует и типичный представитель неморального эпифитного комплекса *Homalia trichomanoides,* занесенная в мониторинговый список Красной книги Рязанской области [3]*;* из числа редких в лесостепи напочвенных видов можно назвать *Polytrichum formosum*; в целом, в напочвенном покрове довольно много мезогигрофильных видов, что обусловлено наличием слабо заболоченного ручья. Состояние ПП хорошее.

6. Урочища Большой Бык и Комарятник (Милославский район). ПП организованы в 1977 г., расположены в непосредственно близости друг от друга в окружении полей, поэтому рассматриваются нами как единый ООПТ; площадь первого – 60 га, второго – 48 га; ближайший населенный пункт – с. Ермоловка. Расположены на пологой равнине междуречья рек Кочуровки и Рожни, впадающих в р. Дон. По днищу балки Большой Бык протекает пересыхающий ручей. Основные ассоциации – дубрава снытевая и разнотравная. Помимо дуба черещчатого в древостое встречаются береза, осина, клен остролистный, реже ясень и липа. Бриофлора бедна – около 25 видов, и включает набор часто встречаемых лесных и эвриценотических видов. Состояние ПП хорошее.

7. Урочище Дубняк (Милославский район). Организован в 1977 г., площадь 65 га. Расположен в верховьях балочной системы топкое на пологом придолинном склоне правобережья р. Рановы близ с. Мураевня. Урочище рассечено несколькими балками, по днищам которых во влажные годы течет ручей. Основная ассоциация – дубово-березняк бересклетово-снытевый возрастом не менее 70-80 лет; в древостое встречаются характерные спутники дуба – липа, клен остролистный; хорошо развит подлесок. Бриофлора достаточно богатая – 37 видов, среди них представители «березового» эпифитного комплекса *Callicladium haldanianum, Plagiothecium rossicum, Dicranum scoparium, Ptilidium pulcherrimum, Sanionia uncinate, Pleurozium schreberi* (последний вид в условиях лесостепи часто ведет себя как прикомлевой эпифит, поселяясь на березе, или эпиксил). Разнообразием отличается в данном ПП состав напочвенных видов, развивающихся на глинистых обнажениях по склонам оврага и на обсыхающем днище ручья – *Fissidens bryoides, Eurhynchiastrum pulchellum, Lophocolea minor, Marchantia polymorpha, Riccia sorocarpa.* На березовом пне отмечен и редкий вид *Campylidium sommerfeltii*. Состояние ПП хорошее.

8. Урочище Сухорожня (Милославский район). Организован в 2003 г., площадь 213 га. Расположен в долине р. Рожня, впадающей в р. Дон. Преобладающие сообщества – дубрава (возраст около 70-80 лет), березняки, остепненные и луговые опушки, фрагменты злаково-разнотравных степей. Уникальность данного ПП связана с выходами известняков верхнего девона в виде рухляка и небольших глыб, это обусловливает наличие ряда кальцефильных как аридных, так и бореальных видов, приуроченных к рухляку – *Abietinella abietina, Campyliadelphus chrysophyllus, Hylocomiadelphus triquetrus, Thuidium assimile.* Всего в составе бриофлоры ПП выявлено около 35 видов, в лесных сообществах – 30 видов. Эпифитная брифлора представлена обычными часто встречаемыми видами. В связи с трудной доступностью, состояние объекта хорошее.

9. Урочище Козловское (Михайловский район). Организован в 1977 г., площадь 52 га. Расположен в междуречье рек Яропол и Жрака, близ с. Арсеньево. Рельеф выровненный, растительный покров однородный – дубрава снытевая (возраст более 80 лет), в древостое встречается также береза, осина, клен остролистный, состояние ПП хорошее. Бриофлора довольно скудна – 18 видов, редких видов нет. По урочищу Новопанскому, расположенному в десятке километров к северу, бриологические сведения неполные, поэтому в перечень изученных оно не включено. Состояние ПП хорошее.

10. Урочище Саларьевское (Михайловский район). Организован в 1977 г., площадь 176 га. Расположен на пологом придолинном склоне междуречья р. Кердь и ее притока р. Дертной. Основная ассоциация – дубрава снытево-разнотравная, возрастом более 80 лет. В древостое часто встречается береза бородавчатая, имеются молодые посадки ели обыкновенной. Разнообразие местообитаний увеличивается за счет слабо заболоченного ручья по днищу лесной балки. Видовое разнообразие мохообразных – около 30 видов. Среди обычных эпифитов присутствует неморальный вид *Radula complanata,* в напочвенном покрове ельника отмечены *Polytrichum juniperinum, Sciuro-hypnum curtum.* Состояние ПП хорошее.

11. Завидовский долинный комплекс (Михайловский район). Организован в 2003 г., общая площадь 158,5 га, помимо типичной лесостепной дубравы, расположенной в верхней части левого коренного берег р. Прони, ландшафты ООПТ включают остепненные склоны, опушки, выходы известняков, небольшие висячие болота; с юго-востока примыкает заброшенный известняковый карьер. Состояние ПП хорошее. В составе бриофлоры дубравы отмечено 30 видов, среди них редкие неморальные эпифиты *Leucodon sciuroides* (категория 3)*, Homalia trichomanoides* (мониторинговый список); в разреженном травостое опушки встречаются степные виды *Campyliadelphus chrysophyllus, Abietinella abietina;* состояние популяций редких видов удовлетворительное Общее количество видов в комплексном ПП – около 40.

12. Лес у с. Возрожденье (Пронский район). Организован в 2003 г., площадь 218 га. Расположен на междуречье притоков р. Прони – Керди и Галины, состоит из двух участков, разделенных с. Возрожденье. В древесном ярусе господствует дуб (70-80 лет), клен, ясень, часто встречается береза; в отдельных кварталах присутствуют посадки сосны, ели и лиственницы. Бриофлора, насчитывающая 36 видов, носит бореальный характер – здесь представлены как виды подстилки хвойно-широколиственных лесов – *Hylocomiadelphus triquetrus, Rhytidiastrum squarrosus* (первые два вида занесены в мониторинговый список, состояние их популяций хорошее)*, Climacium dendroides Thuidium assimile, Cirriphyllum piliferum, Pleurozium schreberi, Sciuro-hypnum curtum*, 3 вида дикрановых мхов; так и ацидофильные эпифиты «березового»

комплекса. Учитывая большую площадь ООПТ, целесообразно более тщательное бриологическое обследование.

13. Лес у с. Альютово (Пронский район). Перспективный ПП. Ориентировочная площадь – около 70 га. Расположен у одноименного села. Является типичной старовозрастной байрачной дубравой с хорошо выраженным рельефом – многочисленными глубоко врезанными балками с непересыхающими водотоками. Бриофлора довольно богата – 35 видов, только в данном объекте отмечены *Mnium stellare, Bryum creberrimum, Pellia endiviifolia.* Брифлора характеризуется насыщенным спектром эколого-ценотических групп (опушесно-степных до лугово-болотных) и ботанико-географических элементов (от неморальных до бореальных). Состояние объекта хорошее.

14. Новобокинская дубрава (Сараевский район). Организован в 2003 г., площадь 99 га. Расположен на склоне ручья, впадающего в долину р. Верда. Дубрава паркового типа, разреженная, с хорошо развитым разнотравным и злаковым покровом. Достаточно сухие условия местообитания и отсутствие выраженных форм рельефа обусловливают скудость бриофлоры – 13 видов, редких не выявлено. Состояние ПП хорошее.

15. Урочище Стрелецкая дубрава (Скопинский район). Организован в 2003 г., площадь 66,7 га. Расположена на пологой равнине в междуречье р. Верда и ее притока р. Ерзовка. Дубрава паркового типа со слабо развитым подлеском. В древостое значительно участие березы. Бриофлора небогата и не отличается своеобразием – 17 видов. Состояние ПП удовлетворительное.

16. Урочище Чапыж (Скопинский район). Организован в 2003 г., площадь 115 га. Расположен на пологих склонах долины р. Брусна. Дубрава паркового типа, рассеченная довольно глубоким оврагом с протекающим по его днищу ручьем. С северной стороны к дубраве примыкает террикон заброшенной угольной шахты. Относительное разнообразие местообитаний определяет довольно интересны набор мохообразных, помимо типичных дубравных видов, отмечены гигрофильные *Brachythecium rutabulum. Leptodictyum riparium, Plagiomnium elatum*, виды почвенных обнажений *Dicranella heteromalla, Fissidens bryoides, F. exilis*, *F. taxifolius,* эпиксил *Lophocolea heterophylla.* Состояние ПП хорошее.

17. Курбатовская дубрава (Ухоловский район). Организован в 2017 г., площадь 625 га. Расположен севернее с. Красное, занимает слабо врезанную лощину Чернавка, впадающую в долину р. Пожвы. Данный объект находится на границе северной лесостепи и широколиственнолесной зоны. Растительность представлены снытевой дубравой с большой долей участия мелколиственных пород и хорошо развитым подлеском, на пологих склонах опушек развиты фрагменты остепненных лугов. Бриофлора носит мезогигрофильный бореальный характер, всего выявлено около 30 видов. Интерес представляют виды напочвенного покрова хвойно-широколиственных лесов *Hylocomiadelphus triquetrus* (занесен в мониторинговый список)*, Pleurozium schreberi, Cirriphyllum piliferum, Eurhynchium angustirete* (занесен в основной список Красной книги Рязанской области с категорией 3). Состояние ПП, а также популяций редких видов – хорошее.

Ниже приводится видовой состав мохообразных охраняемых лесостепных дубрав с указанием номера объекте, где этот вид встречается. Виды, занесенные в основной список Красной книги Рязанской области [4] отмечен *, в мониторинговый **.

Abietinella abietina (Hedw.) M. Fleisch.– 4, 7, 8, 11, 12.
Amblystegium serpens (Hedw.) Bruch et al. – 1-17.
Anomodontella longifolia (Schleich. ex Brid.) Ignatov &Ignatova – 2, 4.
Atrichum undulatum (Hedw.) P.Beauv. – 1, 2, 4, 5, 6, 7, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17.
Barbula unguiculata Hedw. – 1, 3, 5, 7, 8, 11, 13, 14, 16.
Brachytheciastrum velutinum (Hedw.) Ignatov et Huttunen – 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10 11, 12, 13, 15, 16,17.
Brachythecium albicans (Hedw.) Bruch et al. – 6, 12.
B. campestre (Muell. Hal.) Bruch et al. – 1 – 17.
B. mildeanum (Schimp.) Schimp. – 1, 4, 8, 13, 15, 17.
B. rotaeanum De Not – 2, 4, 10, 11, 13.
B. rutabulum (Hedw.) Bruch et al. – 6, 7, 10, 11, 13, 16.
B. salebrosum – 1-17.
Bryum argenteum Hedw. – 3
B. caespiticium Hedw. –3, 4, 8, 14.

B. creberrimum Taylor – 13.
B. moravicum Podp.– 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17.
B. pseudotriquetrum (Hedw.) P.Gaerth. – 4, 5.
Callicladium haldanianum (Grew.) H.F. Crum – 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 16, 17.
Campyliadelphus chrysophyllus (Brid.) R.S. Chopra – 8, 11.
Campylidium sommerfeltii (Myrin) Ochyra – 7.
Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid. – 1-17.
Cirriphyllum piliferum (Hedw.) Grout. – 4, 7, 8, 10, 12, 13, 17.
Climacium dendroides (Hedw.) F.Weber et D.Mohr – 4, 8, 12.
Dicranella heteromalla (Brid.) Schimp. – 5, 12, 16.
Dicranum montanum Hedw. – 4, 5, 7, 10, 12, 15, 17.
D. polysetum Sw. – 4, 5, 12.
D. scoparium Hedw. – 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 17.
Drepanocladus aduncus (Hedw.) Warnst. – 4, 5.
Eurhynchiastrum pulchellum (Hedw.) Ignatov et Huttunen. – 7.
**Eurhynchium angustirete* (Broth.) T. Kop. – 17.
Fissidens bryoides Hedw. – 7, 16.
F. exilis Hedw. – 16.
F. taxifolius Hedw. – 1, 4, 6, 12, 16, 17.
***Herzogiella seligeri* (Brid.) Z. Iwats. – 4.
***Homalia trichomanoides* (Hedw.) Bruch et al. – 4, 5, 10.
Hygroamblystegium humile (P.Beauv.) Vanderp., Goffinet et Hedenaes. – 1, 4, 5, 10.
***Hylocomiadelphus triquetrus* (Hedw.) Ochyra & Stebel – 8, 17.
Hypnum cupressiforme Hedw. – 1-17.
Jochenia pallescens (Hedw.) Hedenaes – 1 – 17.
Leptodictyum riparium (Hedw.) Warnst. – 4, 5, 7, 13, 16.
Leskea polycarpa Hedw. – 1-17.
**Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwaegr. – 4, 11.
Lewinskya speciosa (Nees) F. Lara, Farilleti et Groffinet – 1-17.
Lophocolea heterophylla (Schrad.) Dum. – 4, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 16, 17.
L. minor Nees. – 4, 7, 11.
Marchantia polymorpha L. – 7, 13.
Mnium stellare Hedw. – 13.
**Neckera pennata* Hedw. – 2. Занесен в Красную книгу Рязанской области [4], категория редкости 2.
Nygolniella obtusifolia (Brid) Holmen et E.Warncke. – 1, 2, 4, 5,7, 6, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 17.
Orthotrichum affine Brid. – 11.
O. pallens Sw. ex anon – 2
O. pumilum Sw. ex anon. – 4, 10, 12, 17.
Oxyrrhynchium hians (Hedw.) Loeske – 1-17.
Pellia endiviifolia (Dicks.) Dum. – 13.
Plagiomnium affine (Blandow ex Funk) T.J. Kop. – 12.
P. cuspidatum (Hedw.) T.J. Kop. – 1-17.
P. elatum (Bruch et al.) T.J. Kop. – 7, 16.
P. ellipticum (Brid.) T.J. Kop. – 4.
P. rostratum (Schrad.) T.J.Kop. – 7.
Plagiothecium denticulatum (Hedw.) Bruch et al. – 4, 13.
P. cavifolium (Brid.) Z. Iwats. – 4.
P. nemorale (Mitt.) A.Laegr. – 13.
P. rossicum Ignatov & Ignatova – 4, 5, 7, 8, 12, 15, 17.
Platygyrium repens (Brid.) Bruch et al. – 1-17.
Pleurozium schreberi (Brid.) Mitt. – 4, 7, 8, 12, 17.
Pohlia melanodon (Brid.) A.J.Shaw – 1, 2, 5.
P. nutans (Hedw,) Lindb. – 7, 8, 10, 12, 16.
Polytrichum juniperinum Hedw. – 10.
P. formosum (Hedw.) G.L.Sm. – 4, 5.
**Porella platyphylla* (L.) Pfeiff. – 2.

Pseudoleskeella nervosa (Brid.) Nyholm – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 16.
Ptilidium pulcherrimum (G. Web.) Vain. – 5, 7.
Pylaisia polyantha (Hedw.) Bruch et al. – 1-17.
Radula complanata (L.) Dum. – 2, 4, 8, 10, 11, 13.
***Rhytidiastrum squarrosus* (Hedw.) Warnst. – 12.
Riccia sorocarpa Bisch. –7.
Sanionia uncinata (Hedw.) Loeske – 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 17.
Sciuro-hypnum curtum (Lindb.) Limpr – 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 17.
S. reflexum (Starke) Ignatov et Huttunen – 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 16, 17.
Seproleskea subtilis (Hedw.) Loeske – 2, 4, 13.
Syntrichia ruralis (Hedw.) F.Weber et D. Mohr. – 3, 8, 11.
Thuidium assimile (Mitt.) A. Jaeger – 4, 8, 12.
Tortula acaulon (With.) R.H. Zander – 1, 8.

Заключение. В бриофлоре охраняемых лесостепных дубрав Рязанской области выявлено 83 вида мохообразных, из них 4 вида занесены в основной и 5 видов – в мониторинговый списки Красной книги Рязанской области. Бриофлора дубрав Рязанской области (в пределах лесостепи и широколиственно-лесной зоны в целом) по предварительным оценкам включает около 110 видов мохообразных; бриофлора всей лесостепной части Рязанской области – около 140-140 видов. Локальные охраняемые бриофлоры лесостепных дубрав включают от 13 до 50 видов. Относительная бедность видового состава лесостепных дубрав Рязанской области по сравнению с другими областями средней полосы России [7-10], объясняется их преимущественным расположением пологих склонах междуречий, низким уровнем контрастности местообитаний. Наиболее ценными объектами в аспекте сохранения биоразнообразия мохообразных являются Ерлинский лес, Дубняк, Урочище Чернавское, Урочище Аманово, предлагаемое к охране Урочище Альютово.

Список литературы

1. Флора мхов России / М.С. Игнатов (отв. ред.). Т. 2. М., 2017. 560 с.; Т. 4. М., 2018. 543 с.; Т. 5. М., 2020. 600 с.; Т. 6. М., 2022. 472 с.

2. Потемкин А.Д., Софронова Е.В. Печеночники и антоцеротовые России. Т. 1. СПб. Якутск, 2009. 368 с.

3. Природно-заповедный фонд Рязанской области / сост. М.В. Казакова, Н.А. Соболев. Рязань: Русское слово, 2004. 420 с.

4. Красная книга Рязанской области. Изд. 3-е, перераб. и доп. / Отв. ред. В.П. Иванчев, М.В. Казакова. Ижевск: ООО «Принт», 2021. 556 с.

5. Попова Н.Н. Бриофлора историко-культурного и природно-ландшафтного музея-заповедника «Усальба С.Н. Худекова» (Рязанская область) // Проблемы Южной Сибири и Монголии. 2022. Т. 21. № 1. С. 135-139.

6. Попова Н.Н., Волоснова Л.Ф. Бриофлора государственного природного заказника «Милославская лесостепь» (Рязанская область) // Вопросы степеведения. 2021. Т. XVII, № 1. С. 57-67.

7. Попова Н.Н. Состояние территориальной охраны редких неморальных эпифитных мхов в средней полосе России // Самарская лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017. Т. 26. № 4. С. 222-226.

8. Попова Н.Н. Охрана редких лесных мохообразных в Липецкой области // Научные основы управления лесами: материалы III науч. конф. с междунар. участием. М., 2018. С. 126-128.

9. Попова Н.Н. Биоразнообразие мохового компонента дубрав Тамбовской области и его охрана // Сохранение лесных экосистем: проблемы и пути решения: материалы II Межданар.науч.-практ. конф. Киров, 2019. С. 300-305.

10. Попова Н. Н. Репрезентативность «краснокнижных» лесных мохообразных в системе охраняемых территорий Воронежской области // Научные основы управления лесами: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 30-летию ЦЭПЛ РАН. М., 2022. С. 90-93.

УДК 551.583
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1045-1051

ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

ASSESSMENT OF SPATIAL TEMPORAL CHANGES IN SURFACE AIR TEMPERATURE IN THE ORENBURG REGION

Попова О.Б.
Popova O.B.

Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия
Orenburg State University, Orenburg, Russia

Аннотация. Представлены результаты анализа пространственно-временных изменений температуры приземного воздуха по метеорологическим станциям Оренбургской области. Методами статистического анализа выявлены основные тенденции многолетних изменений среднемесячных значений и среднегодовых температуры воздуха. Среднегодовые значения температуры воздуха в среднем для региона выше нормы 1991-2020 гг., снижаются с запада на юго-восток. Самые высокие значения среднегодовой температуры воздуха характерны для центральных и юго-западных районов. Показана динамика хода средних многолетних месячных значений температуры воздуха в сравнении с климатическими нормами, рекомендованными ВМО. Показатели основного периода превышают значения базового периода в зимний сезон, летний и осенний. Построены линейные тренды внутригодового хода температуры воздуха. Аппроксимация в максимальном значении составила 0,222 для зимнего периода восточных станций региона. Наибольшая неопределенность оценок трендов температуры воздуха наблюдается в летний период. Выявлены изменения приращения ТВ для теплого и холодного сезонов года. Скорость роста среднегодовой температуры воздуха, согласно рассчитанному коэффициенту наклона линейного тренда, составляет 0,04ºС. Во внутригодовом распределении роста среднемесячной температуры воздуха доминирует зимний сезон. Приращение температуры воздуха территориально происходит с запада на восток. Проанализированы причины наблюдаемых особенностей изменения зимней температуры на территории Оренбургской области.

Ключевые слова: изменения температуры приземного воздуха, среднегодовая температура, среднемесячная температура, современное потепление климата, Оренбургская область.

Abstract. The results of the analysis of spatial and temporal changes in surface air temperature at meteorological stations in the Orenburg region are presented. Statistical analysis methods have revealed the main trends of long-term changes in monthly averages and average annual air temperatures. The average annual air temperature values for the region are above the norm from 1991 to 2020, decreasing from west to southeast. The highest values of the average annual air temperature are typical for the central and southwestern regions. The dynamics of the course of the average long-term monthly air temperature values in comparison with the climatic norms recommended by the WMO is shown. The indicators of the main period exceed the values of the base period in the winter, summer and autumn seasons. Linear trends of the intra-annual course of air temperature are constructed. The approximation in the maximum value was 0.222 for the winter period of the eastern stations of the region. The greatest uncertainty in estimates of air temperature trends is observed in the summer period. The changes in the TV increment for the warm and cold seasons of the year are revealed. The rate of increase in the average annual air temperature, according to the calculated slope coefficient of the linear trend, is 0.04ºC. The winter season dominates the intra-annual distribution of the increase in the average monthly air temperature. The increase in air temperature geographically occurs from west to east. The reasons for the observed features of changes in winter temperature in the Orenburg region are analyzed.

Key words: changes in surface air temperature, average annual temperature, average monthly temperature, modern climate warming, Orenburg region.

Оренбургская область расположена в умеренном климатическом поясе на границе нескольких природных стран – юго-востока Русской равнины, юга Уральской горной страны и северо-запада Тургайской столовой равнины. Смена ландшафтных стран, благодаря специфике административных границ Оренбургской области, происходит в субширотном направлении. На формирование климата региона оказывает влияние ряд факторов: западный перенос умеренных широт, удаленность от мирового океана с возрастающей континентальностью с запада на восток по умеренному типу, расположение на оси Воейкова и влияние зимнего Монгольского максимума.

Материалы и методы исследования. В целях оценки современного изменения климата были выбраны метеорологические станции, расположенные по территории региона с запада на восток *(рисунок 1)*. Сведения по срочным, суточным, месячным показателям температуры приземного воздуха (ТВ) были отобраны за срок наблюдения 2006-2022 гг. Источником данных стали справочные издания и открытые данные сетевых метеостанций Росгидромета, в доступе на портале ВНИГМИИ МЦД [1, 2].



Рисунок 1. Карта Оренбургской области с расположением метеостанций (Сорочинск, Оренбург, Акбулак, Орск, Домбаровский).

Средняя годовая температура воздуха (СГТВ) за период 2006-2022 гг. по метеостанциям Сорочинск, Оренбург, Акбулак, Орск, Домбаровский составила 5,8°С. При этом закономерно уменьшение значения СГТВ с запада на восток региона: в Сорочинске, Оренбурге и Акбулаке превышает 6,0°С, в Орске 5,5°С, в Домбаровском 4,9°С – самое низкое значение *СГТВ (рисунок 2)*.

Рассчитывались средние многолетние месячные значения в основной период (2006-2022 гг.) и проводилось сравнение с базовым периодом, рекомендованном Всемирной метеорологической организацией (1991-2020 гг.). Сравнение климатических норм показывает, что значение всех среднемесячных показателей увеличивается *(рисунок 3)*. Наибольшее превышение значений для Предуралья (больше 2°С) отмечается для января, февраля, августа и октября.

Для выбранных метрологических станций построены совмещенные графики распределения ТВ в январе и июле. В Предуралье средняя многолетняя январская температура изменяется в пределах от -11,8°С до -12,5°С. Амплитуда январской температуры за период исследования здесь составляет 15°С *(рисунки 4, 5)*.

На фоне положительного линейного тренда июльской многолетней температуры воздуха, указывающего на повышение температуры воздуха со скоростью 0,35ºС/10лет просматривается восходящая ветка синусоиды. Достоверность линейного тренда оценивалась величиной коэффициента квадрата корреляции (R^2) и составила 0,0056. На фоне незначительного повышения летней температуры происходили частые межгодовые колебания. Кривая, аппроксимированная полиномом шестой степени, показывает наличие двух волн в рассматриваемый период с разной амплитудой. С точностью R^2=0,1779 можно говорить о присутствии во временном ряду гармонических колебаний *(рисунок 4)*.

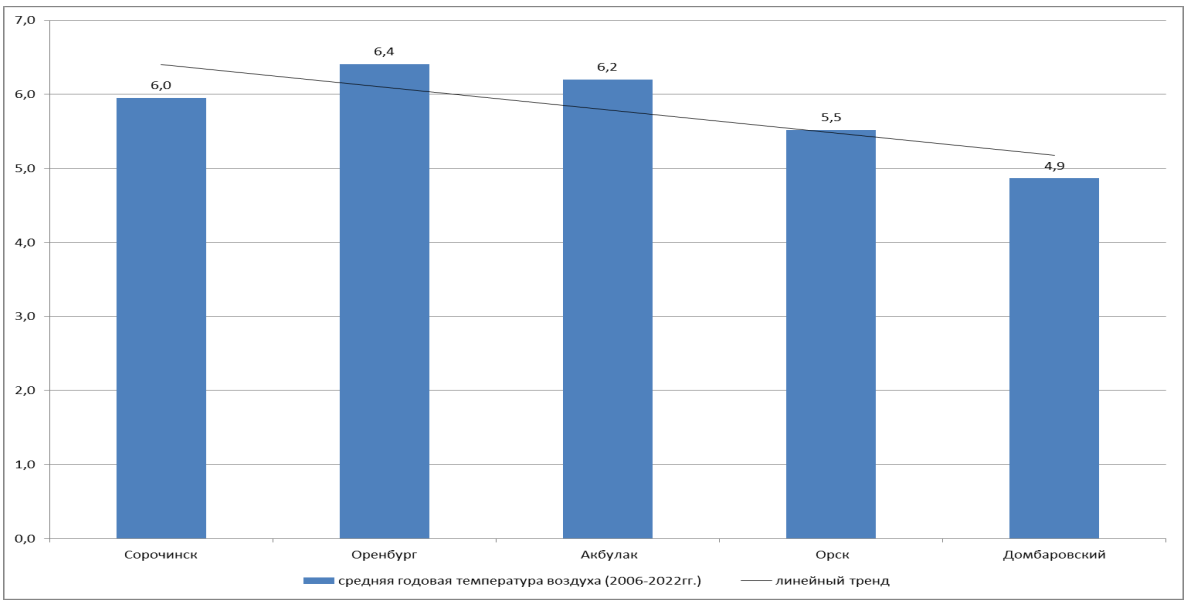


Рисунок 2. Средняя годовая температура воздуха по метеостанциям Оренбургской области (2006-2022 гг.).

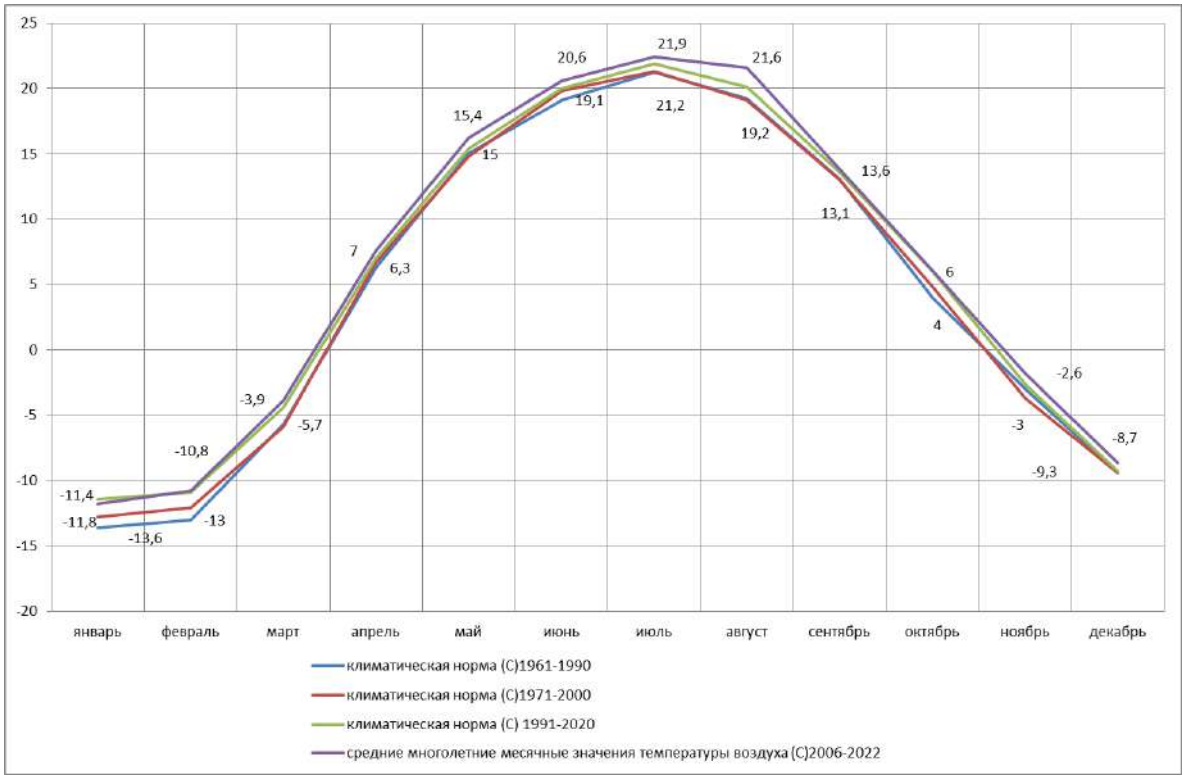


Рисунок 3. Динамика хода средних многолетних месячных значений температуры воздуха для г. Сорочинск (2006-2022 гг.).

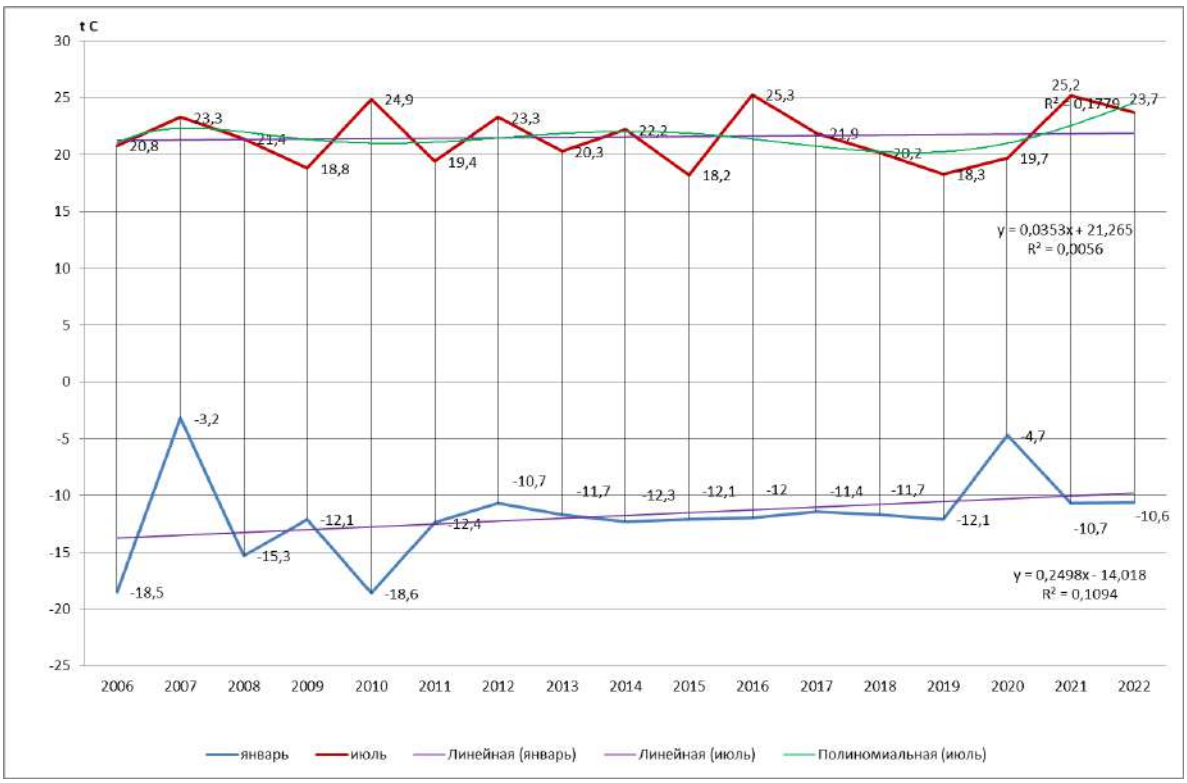


Рисунок 4. График изменения среднемесячных значений ТВ для г. Сорочинск (2006-2022 гг.).

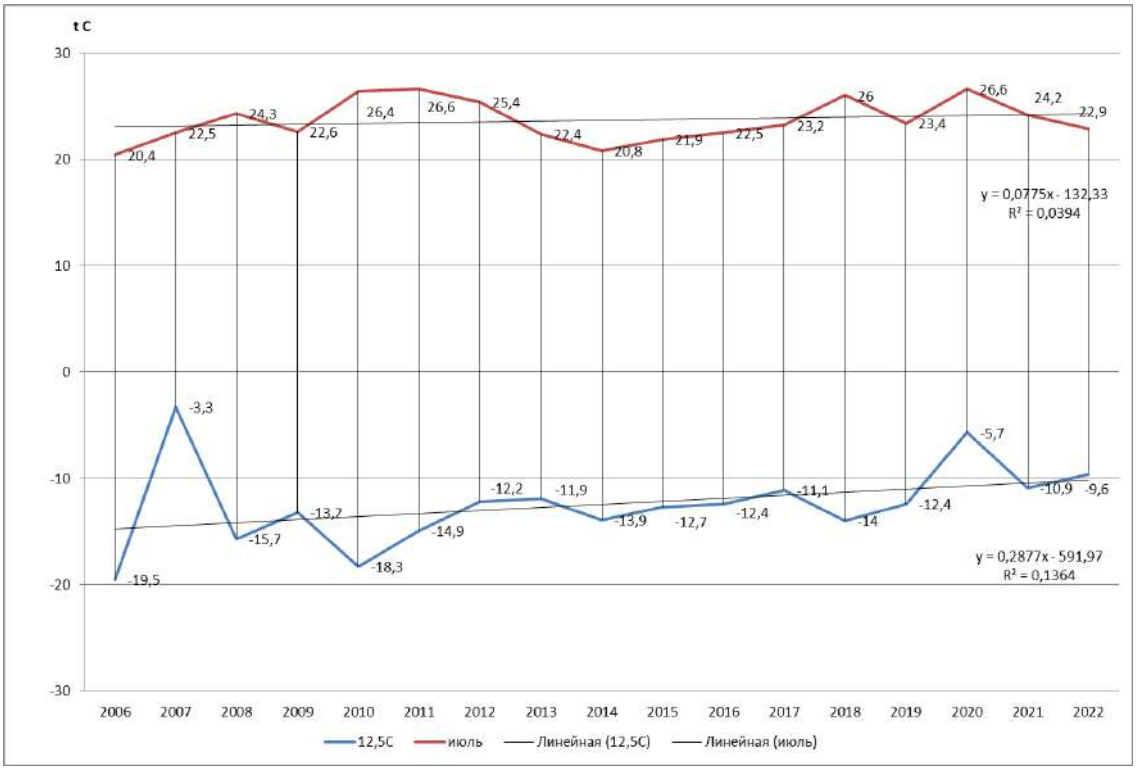


Рисунок 5. График изменения среднемесячных значений ТВ для г. Акбулак (2006-2022 гг.).

Для территории Зауралья средняя многолетняя январская ТВ изменяется в пределах –13°С-14,9°С. Межгодовые амплитудные изменения составляют 14°С *(рисунки 6, 7)*. Наиболее низкие значения ТВ территориально изменяются в сторону увеличения морозности с запада на

восток, а не с юга на север, что объясняется влиянием восточной антициклонической формы циркуляции атмосферы.

При анализе распределения средней июльской ТВ становится очевидным проявление широтной зональности, так как увеличение значений происходит с севера на юг от 22,0ºС до 23,7ºС. Высокими средними значениями хода ТВ в июле характеризуются метеорологические станции, расположенные на юге Оренбургской области от 24,5ºС (Домбаровский) до 26,6ºС (Акбулак). Амплитуда июльских средних многолетних значений невысока, составляет около 6ºС для Предуралья.

Главная тенденция современных климатических изменений на территории Оренбургской области – рост ТВ, выявленный в январе и июле. Однонаправленная тенденция изменения динамики хода среднемесячных значений января и июля определена при помощи линейного тренда [3]:

$$T(t) = a_0 + a_1 \times t, \quad (1)$$

где: T(t) – значение среднегодовой температуры воздуха;

t – наблюдаемый порядковый номер;

a_0,a_1 – регрессионные коэффициенты.

Динамика среднеянварской и среднеиюльской ТВ (2006-2022 гг.) и их линейные тренды приведены на *рисунках 4, 5, 6, 7*.

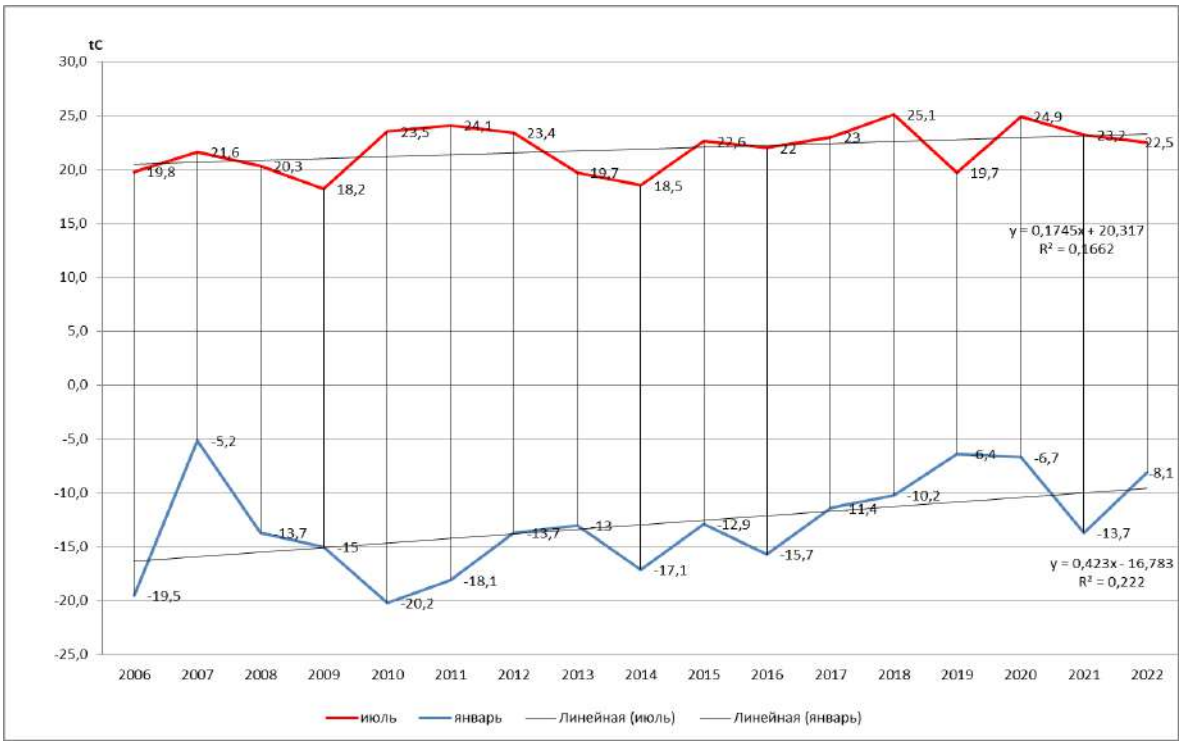


Рисунок 6. График изменения среднемесячных значений ТВ для г. Орск (2006-2022 гг.).

Для Предуралья характерны значительные межгодовые колебания теплого периода, что дает низкую возможность прогнозирования (R_2=0,0056). Максимальная точность аппроксимации для значений холодного периода составила 0,222 (г. Орск), что значит на 22% адекватное исходным данным. Таким образом, степень разброса, угол, отрезок и удаленность данных от прямой говорит о том, что прогноз не может быть точным.

Изменение среднемноголетнего значения годовой температуры воздуха найдено при помощи уравнения линейного тренда по формуле 2:

$$\Delta Tr = (Tr(t_n) - Tr(t_1)), \quad (2)$$

где Tr(t1) – величина тренда, вычисленная по уравнению линейного тренда в момент времени t1;

Tr(tn) – величина тренда, вычисленная по уравнению линейного тренда в момент времени tn.

ΔTr (июль, Сорочинск) = 21,8-21,3= 0,5ºС

ΔTr (июль, Домбаровский) = 23,4-21,83= 1,6ºС
ΔTr (январь, Сорочинск) = -10-(-13,8) = 3,8ºС
ΔTr (январь, Домбаровский) = -12,8-(-17,3)= 4,5ºС

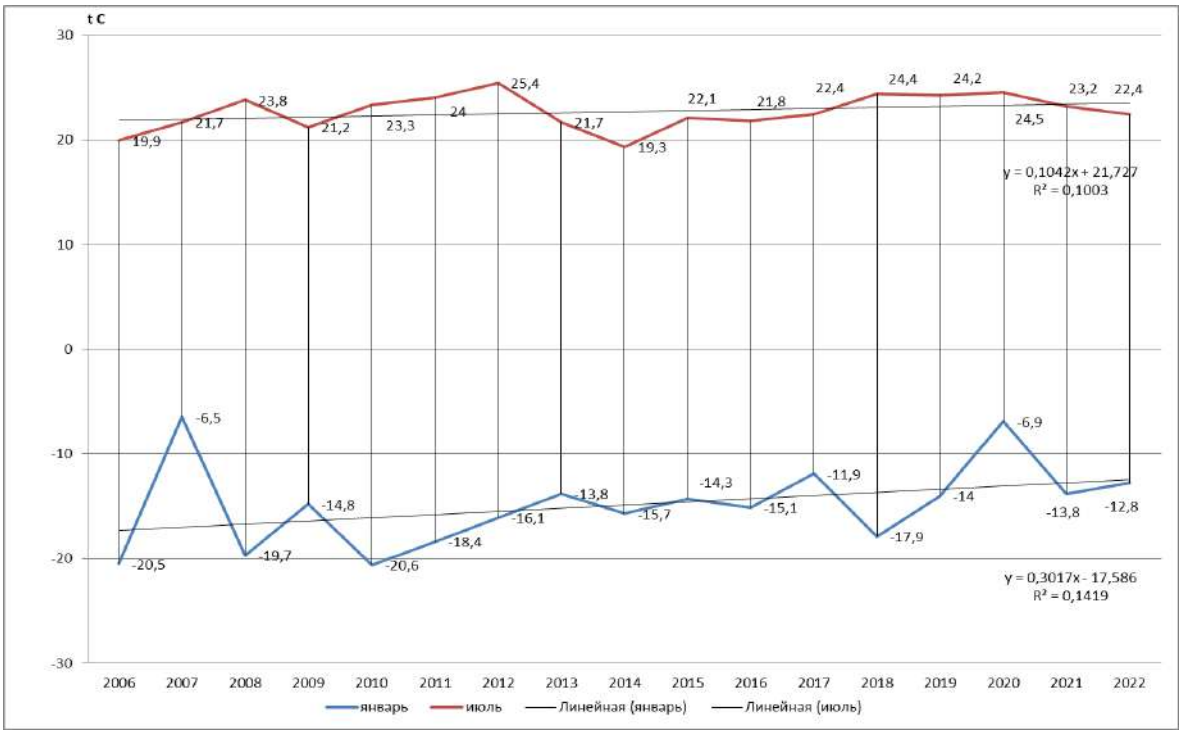


Рисунок 7. График изменения среднемесячных значений ТВ для пос. Домбаровский (2006-2022 гг.).

Изменение среднемесячного значения июльской ТВ для Сорочинска за исследуемый период составляет 0,5 °С, для Домбаровского 1,6°С. Январская ТВ в Сорочинске повысилась на 3,8°С, а в Домбаровском на 4,5°С за 16 лет.

Угловой коэффициент наклона линии тренда (КНЛТ), характеризующий скорость изменения ТВ, был рассчитан для СГТВ и по месяцам. КНЛТ для Оренбургской области составляет 0,04º/10 лет *(рисунок 8)*.

Наибольшие значения КНЛТ СМТВ выявлены для зимнего (январь 0,42ºС/10 лет, февраль 0,33ºС/10 лет) и летнего сезонов (июль 0,17ºС/10 лет, август 0,07ºС/10 лет). Отрицательные значения характерны для марта, апреля и октября, ноября (-0,11-0,08 ºС/10 лет) (*рисунок 8*). Таким образом, тенденция роста СГТВ, в основном, происходит за счет зимних месяцев.

Обсуждение результатов. Климатообразование для территории Оренбургского Предуралья формируется под влиянием западного переноса. Климат Зауралья в большей степени зависим от возрастающей континентальности и воздействия евразийского антициклона в холодный период. Сложность прогнозирования Предуралья – в его физико-географическом положении и особенности атмосферной циркуляции. Оренбургское Предуралье, находясь во власти влажного и прохладного западного переноса, летом может испытывать вторжения раскаленных южных полупустынных суховеев, что также влияет на внезапное повышение и внутригодовые колебания ТВ. Этим же объясняется величина амплитуды СМТВ летнего Предуралья. КНЛТ по всем построенным трендам линейной аппроксимации теплого и холодного сезонов имеет положительное значение коэффициента и указывает на рост температуры (потепление климата). Амплитуда ТВ Зауралья в январе имеет меньшее значение, чем в Предуралье, что обусловливается антициклоническими формами циркуляции атмосферы, доминирующими на востоке региона, поддерживающими в течение сезона низкие ТВ. При этом январские значения ТВ Зауралья склонны к постепенному многолетнему повышению (КНЛТ 0,33-0,423ºС/10 лет). Весна и осень для Оренбургского региона представляет собой обратную тенденцию снижения роста КНЛТ и указывает на похолодание.

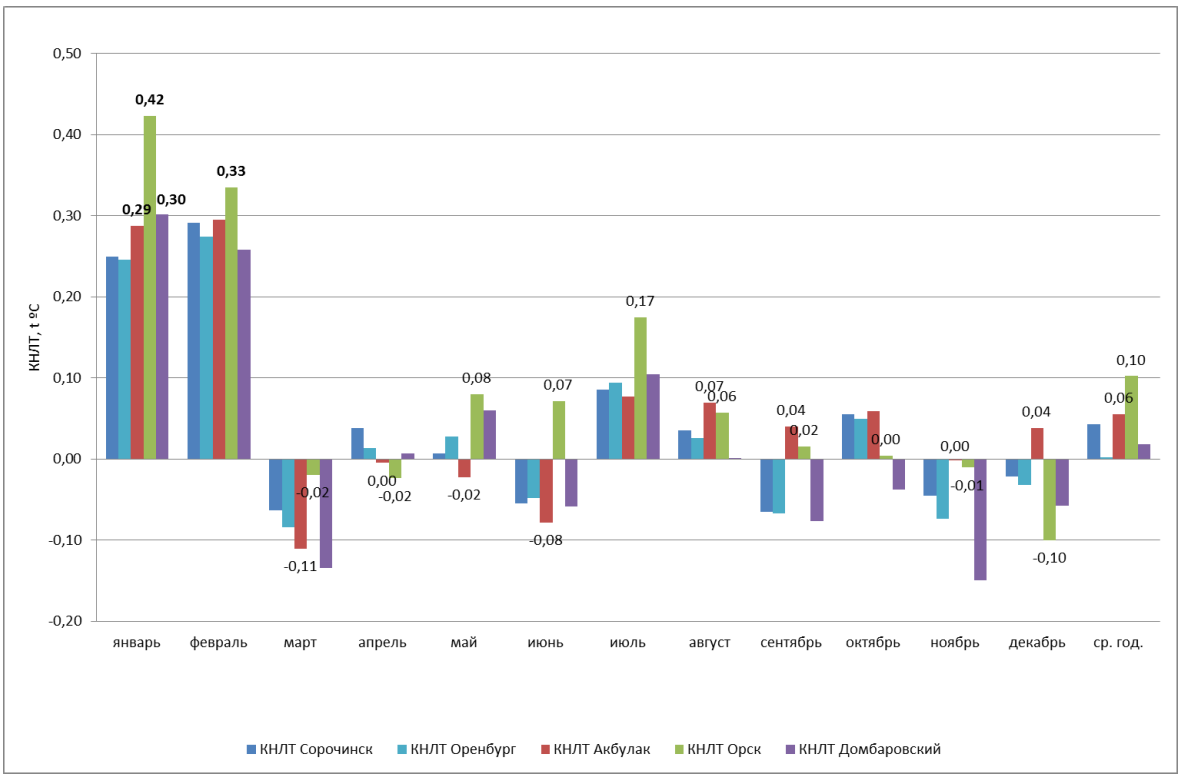


Рисунок 8. КНЛТ ТВ (Cº/10 лет) по месяцам и за год для станций Сорочинск, Оренбург, Акбулак, Орск, Домбаровский (2006-2022 гг.).

Заключение. Подтвержден тезис о потеплении климата для Оренбургской области. Рост СГТВ происходит неравномерно как по территории региона, так и при внутригодовом распределении. Изменение значения СГТВ наибольшим образом увеличивается в Зауралье, где значительный вклад в рост СГТВ вносит термический режим холодного сезона года и очевидно, что зима становится теплее. Летний сезон отличается более мягким подъемом СМТВ, но при этом становится наименее предсказуемым. В целом, тенденция роста СГТВ для территории Оренбуржья невысока и составляет 0,04ºС/10 лет из-за появления очагов внутригодового похолодания, приходящихся на демисезонные периоды.

Список литературы

1. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Трофименко Л.Т., Швец Н.В. Описание массива данных среднемесячной температуры воздуха на станциях России. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014621485. URL: http://meteo.ru/data/156-temperature#описание-массива-данных (дата обращения: 19.02.2024).

2. Веселов В.М., Прибыльская И.Р., Мирзеабасов О.А. Научно-прикладной справочник «Климат России» / ВНИИГМИ-МЦД. 2000-2022. URL: http://meteo.ru/data (дата обращения: 19.02.2024).

3. Переведенцев Ю.П., Верещагин М.А., Наумов Э.П., Шанталинский К.М., Николаев А.А. Современные изменения климата северного полушария земли // Ученые записки Казанского государственного университета. Сер.: Естеств. науки. 2005. Т. 147. Кн. 1. URL: https://kpfu.ru/portal/docs/F2022665744/147_01_est_8.pdf (дата обращения: 19.02.2024).

УДК 631.416.8: 581.192.6
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1052-1057

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ И РАСТЕНИЯХ СТЕПЕЙ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

HEAVY METALS IN SOILS AND PLANTS OF THE STEPPE OF THE SAMARA REGION

Прохорова Н.В., Рязанова Я.А.
Prokhorova N.V., Ryazanova Ya.A.

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, Самара, Россия
Samara National Research University, Samara, Russian Federation

E-mail: natali.prokhorova.55@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу экспериментальных количественных данных о содержании тяжелых металлов и металлоидов в почвах и растениях степных ландшафтов Самарской области, полученных в разные годы, но ранее не опубликованных в полном объеме. Исследования позволили выявить геохимические и биогеохимические особенности степных ландшафтов Самарской области. Было показано, что почвы степей аккумулируют тяжелые металлы в более низких концентрациях, чем почвы лесостепи. Эти различия связаны с относительно ослабленным влиянием техногенного загрязнения в степной зоне Самарской области по сравнению с лесостепью. Определенную роль играет способность степных ландшафтов к самоочищению, определяемую комплексом природных и техногенных факторов, сформировавшихся на территории Самарской области. Индикаторные виды травянистых степных растений (*Artemisia austriaca*, *Festuca valesiaca*, *Salvia tesquicola*, *Stipa pennata*, *Verbascum lychnitis*) накапливают все анализируемые элементы, но превышения региональных фоновых концентраций в большей степени характерны для *Festuca valesiaca*. Для степных видов травянистых растений, как и в целом для растений Самарской области, характерно относительно высокое содержание Cu, а для *Festuca valesiaca* еще и Pb.

Ключевые слова: Самарская область, степь, степные ландшафты, тяжелые металлы, индикаторные виды растений.

Abstract. The article is devoted to the analysis of experimental quantitative data on the content of heavy metals and metalloids in soils and plants of steppe landscapes of the Samara region, obtained in different years, but not previously published in full. The research revealed the geochemical and biogeochemical features of the steppe landscapes of the Samara region. It has been shown that steppe soils accumulate heavy metals in lower concentrations than forest-steppe soils. These differences are related to the relatively weakened influence of technogenic pollution in the steppe zone of the Samara region compared with the forest-steppe. A certain role is played by the ability of steppe landscapes to self-purification, determined by a complex of natural and technogenic factors that have formed on the territory of the Samara region. Indicator species of herbaceous steppe plants (*Artemisia austriaca*, *Festuca valesiaca*, *Salvia tesquicola*, *Stipa pennata*, *Verbascum lychnitis*) accumulate all the analyzed elements, but exceedances of regional background concentrations are more typical for *Festuca valesiaca*. The steppe species of herbaceous plants, as well as the plants of the Samara region in general, are characterized by a relatively high content of Cu, and for *Festuca valesiaca* also Pb.

Key words: Samara region, steppe, steppe landscapes, heavy metals, indicator plant species.

Введение. Загрязнение компонентов природной среды тяжелыми металлами в значительной степени связано с промышленным производством и транспортом. В степных ландшафтах Самарской области техногенез проявляется гораздо слабее, чем в лесостепи. Здесь нет крупных городов, а промышленность представлена нефтедобывающей отраслью, производством и переработкой сельскохозяйственной продукции. Автодорожная сеть менее густая, а железные дороги в основном проложены в северной и северо-западной части степной зоны региона, а также на крайнем юге Самарской области. Северная и центральная части региональной степи попадают под влияние трубопроводного транспорта: здесь широко представлены газопроводы, нефтепроводы и продуктопроводы, а также комплексные трубопроводные участки [1-3]. Степные ландшафты региона к настоящему времени распаханы или используются в качестве естественных и искусственно созданных пастбищ. Целинные степные участки малочисленны, часть из них охраняется в рамках особо охраняемых природных территорий (далее ООПТ) регионального значения [4]. Ранее было установлено, что почвенный покров лесостепной части Самарской области заметно обогащен тяжелыми металлами, а в степи их концентрации существенно ниже [5].

Материалы и методы. В данной работе анализируются более полные результаты эколого-биогеохимического обследования естественных и антропогенно преобразованных фитоценозов степной зоны, расположенной в границах Самарской области. Исследования осуществлялись в период с 1991 по 2005 год по общепринятым в биогеохимии и почвоведении методикам. Количественное определение содержания тяжелых металлов и металлоидов осуществляли методом характеристического рентгеновского излучения (метод ХРИ, зарубежный аналог PIXE). По результатам количественного анализа была сформирована электронная база данных, материалы которой впервые в полном объеме использовали для подготовки этой работы. Ее результаты могут стать основой для современных эколого-биогеохимических исследований в степи Самарской области.

Результаты исследования и их обсуждение. В *таблице 1* представлены результаты статистической обработки количественных данных о содержании тяжелых металлов и металлоидов в почвенном покрове степных ландшафтов Самарской области. Ранее в таком полном виде эти данные не публиковались. Средние арифметические показатели можно считать фоновыми для степных почв региона.

Таблица 1

Среднее содержание металлов и металлоидов в почвах степи в Самарской области, мг/кг воздушно-сухой почвы

Элемент	n	x±m	V, %	mediana	min-max
Ti	377	4525,26±111,66	47,91	4228,00	0,00-14069
Fe	377	32830,13±435,77	25,77	33917,00	4693,00-60796,00
Mn	377	578,57±13,25	44,48	558,00	82,00-1785,00
V	373	58,15±2,88	95,74	32,00	11,00-285,00
Co	377	11,54±1,03	174,09	5,00	2,00-210,00
Cr	377	87,45±3,78	83,89	68,00	8,00-375,00
Ni	377	17,46±1,21	134,71	8,00	2,00-124,00
Cu	377	27,97±2,14	148,87	22,00	1,00-711,00
Zn	377	44,02±2,00	88,37	37,00	0,00-557,00
Rb	373	82,23±1,59	37,37	81,00	2,00-218,07
Sr	377	166,47±2,44	28,43	170,00	23,00-385,00
Pb	377	7,62±0,55	140,68	2,00	1,00-112,00
As	373	7,66±0,56	141,51	5,00	1,00-102,00
Se	373	14,49±1,87	249,76	4,00	0,00-222,00
Br	373	5,29±0,60	220,60	2,00	0,00-135,00
Zr	28	119,68±6,46	28,56	120,00	43,00-222,00
Mo	28	2,46±0,65	139,83	1,00	1,00-12,00
Y	24	20,71±2,89	68,47	15,00	6,00-60,00
Nb	24	10,54±1,65	76,66	9,50	1,00-32,00

В соответствии с этими фоновыми показателями эколого-геохимические особенности почвенного покрова степного ландшафта Самарской области отражает следующий элементный ряд: Fe>Ti>Mn>Sr>Zr>Cr>Rb>V>Zn>Cu>Y>Ni> Se>Co>Nb>As>Pb>Br>Mo.

При сравнении лесостепного и степного типов ландшафтов была выявлена очень резкая геохимическая дифференциация почвенного покрова, проявляющаяся в характере накопления и рассеивания тяжелых металлов. Для почв степи в Самарской области характерен следующий геохимический индекс, отражающий специфику распределения большей части изучаемых элементов, относительно фоновых показателей для Самарской области в целом.

$$Fe_{(1,05)}\, Ti_{(1,02)}\, Sr_{(1,02)}\, Cu_{(0,99)} \frac{Rb_{(1,19)}}{Mn_{(0,83)}\, Cr_{(0,81)}\, V_{(0,80)}\, Co_{(0,79)}\, Pb_{(0,68)}\, Zn_{(0,60)}\, Ni_{(0,52)}}$$

В почвах степных ландшафтов слабо накапливается только Rb с коэффициентом концентрации 1,19, рассеиваются Mn, Cr, V, Co, Pb, Zn, Ni, из них три последних весьма значительно. Группа элементов, содержание которых в почвах степи близко или равно региональному фону, очень сходна с таковой для почв лесостепи – это Fe, Ti, Sr. Отличие связано только с содержанием Cu, заметно обогащающей почвы лесостепного ландшафта – на уровне 3,7 фонов, но не накапливающейся в почвах степи (коэффициент концентрация 0,99).

Качественный характер геохимического рассеивания в почвенном покрове степного ландшафта указывает, с одной стороны, на ослабленное влияние техногенного загрязнения, а с другой стороны, на способность этого ландшафта к самоочищению, определяемую комплексом природных и техногенных факторов, сложившимся на территории Самарской области к настоящему времени [5].

Степной тип ландшафта сам по себе неоднороден, но геохимическая дифференциация здесь выражена гораздо слабее, чем в лесостепи. Ниже приведены геохимические индексы трех основных подтипов степных ландшафтов, выделяемых в границах Самарской области по классификации Е.М. Лавренко [6], это – подзоны степной зоны.

Почвы непосредственно примыкающей к лесостепному ландшафту богаторазнотравно-типчаково-ковыльной степи, вопреки ожиданиям, демонстрируют совсем иную картину накопления и рассеивания тяжелых металлов. Геохимические черты лесостепного ландшафта просматриваются только по группе фоновых элементов – это Fe, Sr, Ti. Определенные черты своеобразия в геохимическую структуру почв рассматриваемой подзоны привносят Cu и Rb. Слабо накапливаются в них только V и Cr с относительными концентрациями 1,13 и 1,12 соответственно, рассеиваются – Co, Mn, Ni, Pb, Zn, среди которых в наибольшей степени – Pb и Zn. Нет очевидного сходства и с лугово-степными ландшафтами лесостепи.

Богаторазнотравно-типчаково-ковыльные степи

$$Cu_{(1,07)}\,Ti_{(1,02)}\,Rb_{(1,02)}\,Sr_{(1,01)}\,Fe_{(0,95)}\,\frac{V_{(1,13)}\,Cr_{(1,12)}}{Co_{(0,86)}\,Mn_{(0,83)}\,Ni_{(0,80)}\,Pb_{(0,74)}\,Zn_{(0,60)}}$$

Разнотравно-типчаково-ковыльные степи

$$Fe_{(1.06)}\,Sr_{(1,01)}\,Ti_{(0,99)}\,Cu_{(0,96)}\,\frac{Rb_{(1,23)}}{Mn_{(0,87)}\,Pb_{(0,78)}\,Co_{(0,74)}\,Cr_{(0,69)}\,V_{(0,63)}\,Zn_{(0,61)}\,Ni_{(0,44)}}$$

Типчаково-ковыльные степи

$$Ti_{(1,05)}\,Sr_{(1,03)}\;Cu_{(0,93)}\,\frac{Rb_{(1,33)}\,Fe_{(1,13)}}{Cr_{(0,89)}\,Mn_{(0,78)}\,Co_{(0,78)}\,Zn_{(0,63)}\,V_{(0,62)}\,Pb_{(0,50)}\,Ni_{(0,32)}}$$

В почвах разнотравно-типчаково-ковыльной степи слабо накапливается только один элемент – Rb; заметно рассеиваются по сравнению с региональным фоном – Mn, Pb, Co, Cr, V, Zn, Ni. Концентрации Fe, Sr, Ti, Cu близки к фоновым показателям. На крайнем юге области в почвах сухих типчаково-ковыльных степей к накапливающимся элементам, кроме Rb, добавляется Fe, хотя его концентрация весьма незначительно превышает фон. В группе близких к фону элементов остаются только три – Ti, Sr, Cu; остальные – рассеиваются, причем наиболее значительно Pb и Ni.

Установлено, что в трех изученных подтипах степного ландшафта чрезвычайно равномерно распределяются Ti, Sr, Zn, Co, Mn и Cu, концентрация которых здесь не превышает региональный фон или существенно уступает ему, причем для Sr и Ti эта равномерность и близость к фону характерна для всего левобережья Самарской области. В лесостепных ландшафтах региона Cu, Zn, Ni и Co заметно накапливаются.

В структуре степного ландшафта, кроме подзон, мы можем выделить собственно степные ненарушенные ландшафты, ландшафты байрачных лесов и лесов речных долин, а также преобладающие по площади агроландшафты. Как следует из анализа их геохимических индексов, латеральная геохимическая дифференциация ненарушенных степных участков довольно близка к агроландшафтам, в том числе и значениями относительных концентраций

большинства элементов. Ландшафты байрачных и долинных лесов заметно аккумулируют Cr, V и Co. Группа элементов, близких к фону, достаточно сходна у всех трех сравниваемых степных ландшафтов.

Степные открытые ландшафты в составе степи

$$Fe_{1,06}\ Sr_{1,05}\ Rb_{0,96}\ \frac{Ti_{1,13}}{Mn_{0,84}\ V_{0,78}\ Co_{0,77}\ Cr_{0,75}\ Ni_{0,68}\ Zn_{0,60}\ Pb_{0,54}\ Cu_{0,48}}$$

Лесные ландшафты в составе степи

$$Sr_{0,98}\ Ti_{0,95}\ Mn_{0,9}\ \frac{Cr_{2,75}\ V_{1,57}\ Co_{1,52}}{Fe_{0,7}\ Rb_{0,67}\ Ni_{0,63}\ Pb_{0,55}\ Cu_{0,39}\ Zn_{0,32}}$$

Агроландшафты в составе степи

$$Rb_{1,03}\ Fe_{1,02}\ Ti_{0,99}\ Sr_{0,96}\ \frac{-}{Cr_{0,86}\ Mn_{0,84}\ V_{0,75}\ Co_{0,68}\ Pb_{0,6}\ Zn_{0,59}\ Ni_{0,53}\ Cu_{0,48}}$$

Для сравнительного анализа обычно используются конкретные концентрации элементов в изучаемых объектах, в данном случае в почвах. В *таблице 2* представлены средние концентрации тяжелых металлов и металлоидов в почвах степных агроландшафтов (Агроландшафты), ненарушенных степных ландшафтов (Целинная степь), а также пойменных и байрачных лесов в степи (Лес в степи).

В природоохранном аспекте наиболее важными являются данные для почв целинных степных участков и почв лесов в степи. В целинных почвах более активно, чем в почвах агроландшафтов и леса аккумулируются Ti, Fe, Ni, Sr, примерно равные концентрации Cu и Zn выявлены в целинных почвах и почвах агроландшафтов.

Таблица 2

Среднее содержание тяжелых металлов и металлоидов в почвах разных ландшафтов в степи в Самарской области, мг/кг воздушно-сухой почвы

Элемент	Агроландшафты	Целинная степь	Лес в степи
Ti	4394,90±125,70	5030,71±253,38	4198,08±576,05
V	55,48±3,21	57,81±6,32	116,0±26,83
Cr	89,06±4,57	77,92±7,75	284,5±213,76
Mn	567,48±15,03	567,88±29,84	607,17±74,07
Fe	33035,01±505,38	34337,38±833,45	22620,25±1847,47
Co	10,02±1,08	11,38±1,55	22,5±15,19
Ni	15,38±1,26	19,95±2,99	18,33±9,21
Cu	24,82±1,70	24,59±1,56	20,33±5,74
Zn	42,04±1,67	42,88±2,77	23,08±5,10
As	8,31±0,74	5,68±0,36	6,5±1,99
Se	17,07±2,40	3,65±0,15	29,33±14,56
Rb	84,83±1,89	78,53±2,96	55,08±9,85
Sr	163,46±2,76	177,53±6,16	165,17±9,03
Pb	7,12±0,53	6,47±0,82	6,58±1,86

В почвах степных лесов более высокие концентрации были установлены для V, Cr, Mn, Co, Se. Здесь обращает на себя внимание очень высокая концентрация Cr, более чем в три раза превышающая его концентрации в целинных и аграрных почвах. Активное накопление Cr характерно для лесных фитоценозов Самарской области в целом. Почвы агроландшафтов характеризуются более высокими концентрациями As, Rb, Pb.

Особенности накопления тяжелых металлов в почве влияют на их аккумуляцию растениями. Ранее подробно оценивалось накопление тяжелых металлов в биомассе сельскохозяйственных растений [7], но практически нет данных об их накоплении дикорастущими травянистыми растениями целинных степей. К сожалению, этих данных не так много, но они интересны в плане экологического состояния степи, в том числе и степных ООПТ.

При общей оценке фитоаккумуляции тяжелых металлов в Самарской области были рассчитаны коэффициенты биологического поглощения (A_x) для растений основных групп фитоценозов. В результате были выявлены некоторые закономерности, которые отражает следующий ряд: агроландшафты < степные природные < лесостепные природные < урболандшафты < пойменные ландшафты. При этом минимальные (агроландшафты) и максимальные (урболандшафты и пойменные ландшафты) суммы A_x изучаемых элементов отличаются в 2-2,5 раза. Целинные степи характеризуются суммой A_x, близкой к минимальной.

Для оценки видовой специфичности накопления тяжелых металлов и металлоидов в надземной биомассе были выбраны виды, широко распространенные в степях Самарской области: *Artemisia austriaca* Jacq., *Festuca valesiaca* Shleich. Ex Gaudin, *Salvia tesquicola* L., *Stipa pennata* L., *Verbascum lychnitis* L. В качестве индикаторных видов для степей Самарской области использовали наиболее распространенные *Festuca valesiaca* и *Stipa pennata*. Ландшафтные закономерности фитоаккумуляции металлов в биомассе соответствующих индикаторных видов степи наглядно представлены на геохимических спектрах, построенных по A_x изучаемых элементов *(рисунок 1)*.

Как следует из *рисунка 1*, в качестве элементов биологического накопления для индикаторных видов выделяются Cu, Zn, Co, V, Mn, Ni, Pb, хотя по отношению к Mn, V, Pb типичные степные виды имеют существенные различия: *Festuca valesiaca* их накапливает (A_x>1), а *Stipa pennata* – захватывает (A_x<1). С типичными лесостепными видами они сходятся по активной фитоаккумуляции Cu, Zn, Co, V, Mn, Ni, но A_x у них заметно ниже. Для степных растений характерен более широкий набор элементов биологического захвата, особенно для *Stipa*. Обращает на себя внимание активное накопление Cu, что особенно характерно для *Festuca*.

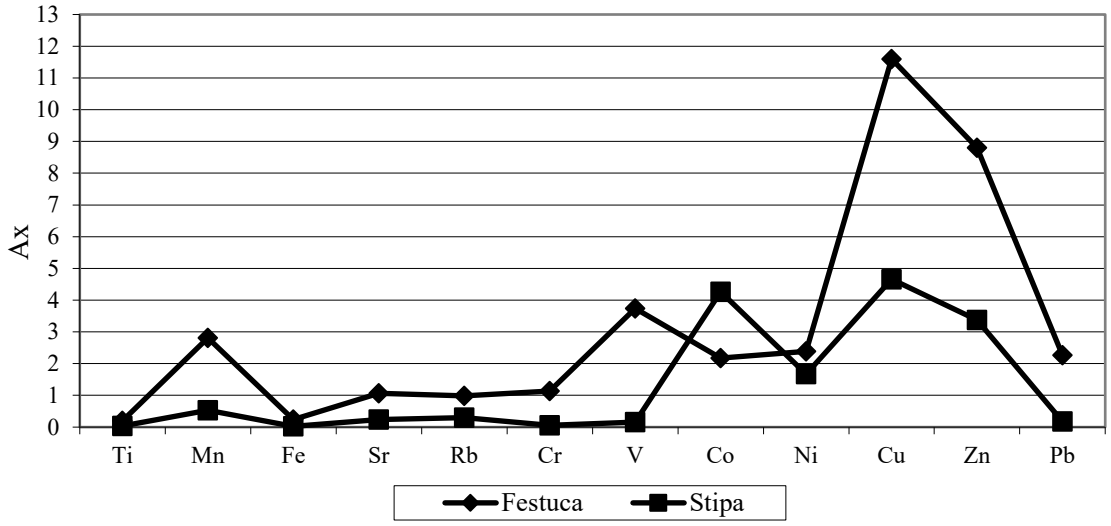


Рисунок 1. Биогеохимические спектры коэффициентов биологического поглощения тяжелых металлов (A_x) для индикаторных видов растений целинных степей Самарской области.

От общих закономерностей накопления тяжелых металлов и металлоидов растениями в степи перейдем к анализу количественных показателей металлоаккумуляции конкретных степных видов *(таблица 3)*.

Наиболее активным аккумулятором тяжелых металлов проявила себя *Festuca valesiaca*. В ее фитомассе были выявлены максимальные концентрации Ti, Mn, Fe, Zn, As, Se, Cd, Pb. *Salvia tesquicola* активнее других степных видов аккумулировал Cr, Co, Cu, Sr; *Artemisia austriaca* – V, Rb; *Verbascum lychnitis* – только Ni. *Stipa pennata* отличался минимальными и средними концентрациями изучаемых элементов. Для него можно отметить достаточно высокую концентрацию Ti, но существенно уступающую *Festuca valesiaca (таблица 3)*.

Таблица 3

Среднее содержание тяжелых металлов и металлоидов в надземной фитомассе конкретных видов целинных степей и травянистых растений в целом (фон) на территории Самарской области, мг/кг воздушно-сухой массы

Элемент	*Artemisia austriaca*	*Festuca valesiaca*	*Salvia tesquicola*	*Stipa pennata*	*Verbascum lychnitis*	Региональный фон, травы
Ti	1,85	62,46	2,40	27,18	2,37	14,98
V	42,10	19,37	9,93	0,85	1,58	23,70
Cr	0,62	8,22	33,22	0,42	2,06	8,17
Mn	100,0	132,0	20,0	25,0	40,0	93,88
Fe	380,0	536,0	240,0	55,0	270,0	322,67
Co	0,12	2,25	5,92	4,44	3,88	6,83
Ni	7,15	4,85	0,64	3,41	8,55	7,94
Cu	17,32	21,93	35,47	8,81	18,91	27,00
Zn	27,25	44,22	32,66	17,02	22,47	39,28
As	0,31	0,47	0,40	0,21	0,40	0,65
Se	0,25	0,37	0,32	0,17	0,32	0,52
Rb	8,63	5,66	6,56	1,72	3,96	10,56
Sr	10,48	12,58	56,44	2,84	29,75	35,49
Cd	0,31	0,47	0,40	0,21	0,40	0,63
Pb	0,12	1,90	0,16	0,15	0,55	1,04

Все анализируемые степные виды травянистых растений уступали региональному фону по накоплению Co, As, Se, Rb, Cd, по остальным элементам показатели конкретных степных видов превосходили фоновые концентрации. Лидером в этом плане остается *Festuca valesiaca*, в ее надземной фитомассе накапливаются выше фона Ti, Mn, Fe, Zn, Pb, а концентрация Cr равна фоновой. *Artemisia austriaca* активнее фоновых показателей аккумулировала V, Mn, Fe; *Salvia tesquicola* – Cr, Cu, Rb; *Verbascum lychnitis* – Ni; *Stipa pennata* – Ti *(таблица 3)*.

Заключение. Таким образом, проведенный анализ позволил выявить геохимические и биогеохимические особенности степных ландшафтов Самарской области. Почвы региональных степей в целом аккумулируют тяжелые металлы и металлоиды в более низких концентрациях, чем почвы лесостепи. При этом индикаторные виды травянистых степных растений накапливают все анализируемые элементы, но превышения региональных фоновых концентраций в большей степени характерны для *Festuca valesiaca*. Для степных видов травянистых растений, как и в целом для растений Самарской области, характерно относительно высокое содержание Cu, а для *Festuca valesiaca* еще и Pb.

Список литературы

1. Экологическая ситуация в Самарской области: состояние и прогноз. Тольятти: Изд-во ИЭВБ РАН, 1994. 326 с.

2. Атлас земель Самарской области. Самара, 2002. 101 с.

3. Мячина К.В. Методика анализа геоэкологического состояния степных экосистем в регионах нефтедобычи с использованием данных дистанционного зондирования // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2015. № 4. С. 1-14 [Электронный ресурс] URL: http://elmag.uran.ru: 9673/magazine/ Numbers/2015-4/Articles/MKV-2015-4.pdf (дата обращения: 18.01.2024).

4. Кузовенко О.А., Рязанова Я.А. Раритетная флора степных особо охраняемых природных территорий юга Самарской области // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2023. № 3 (47). С. 77-95.

5. Прохорова Н.В. Ландшафтный подход в региональных эколого-геохимических исследованиях // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2004. Т. 6. № 2. С. 259-265.

6. Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. 429 с.

7. Матвеев Н.М., Павловский В.А., Прохорова Н.В. Экологические основы аккумуляции тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: Самарский университет, 1997. 215 с.

УДК 504.06:631.6
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1058-1065

АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

AGROFORESTRY ECOLOGICAL COMPLEXES ON THE EXAMPLE OF THE VOLGOGRAD REGION

Пугачёва А.М., Кулик К.Н.
Pugacheva A.M., Kulik K.N.

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, Волгоград, Россия
Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

E-mail: nir-1@mail.ru

Аннотация. В статье представлен анализ агролесомелиоративных экологических комплексов по административным районам Волгоградской области. На примере районов, лесистость пашни которых превышает 1,5%, по доли распаханности, определены экологические параметры территорий. Оптимальные показатели в пределах 40% имеют шесть районов – Кумылженский, Городищенский, Камышинский, Николаевский, Палласовский, Светлоярский. Три района – Нехаевский, Новоаннинский и Еланский характеризуются показателями, превышающими предельно допустимые экологические параметры эксплуатации, более 60%. Проведена оценка земель сельскохозяйственного назначения региона на антропогенную нагрузку и на экологическую стабильность. 23 района области имеют сильную антропогенную нагрузку, что составляет 63% территории. 28 районов области являются экологически не стабильными, что соответствует 80% площади субъекта. Достоверные тренды увеличения урожайности озимой пшеницы за 50-ти летний период, определены только в настоящей степи региона. Выявлена высокая корреляционная зависимость r=0,92 между показателями урожайности зерновых культур и существующими площадями защитных лесных насаждений в этой зоне. Представленный новый подход в анализе функционирования территорий на основе агролесомелиоративных экологических комплексов показывает современное состояние земель сельскохозяйственного назначения, антропогенную нагрузку и их экологическое состояние. Полученные данные свидетельствуют о необходимости более детального изучения каждого составляющего элемента комплексов, его роли в общем функционале конкретной территории, с целью определения в перспективе необходимых оптимальных показателей каждого элемента.

Ключевые слова: Агролесомелиоративные экологические комплексы, агролесомелиорация, защитные лесные насаждения, пашня, сельскохозяйственное производство, залежные земли.

Abstract. The article presents an analysis of agroforestry ecological complexes in the administrative districts of the Volgograd region. Using the example of areas with arable land cover exceeding 1.5%, the ecological parameters of the territories are determined by the proportion of ploughing. Six districts have optimal indicators within 40% – Kumylzhensky, Gorodishchensky, Kamyshinsky, Nikolaevsky, Pallasovsky, Svetloyarsky. Three districts – Nekhaevsky, Novoanninsky and Elansky are characterized by indicators exceeding the maximum permissible environmental parameters of operation, more than 60%. The assessment of agricultural lands in the region for anthropogenic load and environmental stability has been carried out. 23 districts of the region have a strong anthropogenic load, which is 63% of the territory. 28 districts of the region are ecologically unstable, which corresponds to 80% of the area of the subject. Reliable trends in increasing the yield of winter wheat over a 50-year period have been determined only in the real steppe of the region. A high correlation r=0.92 was revealed between the indicators of grain yield and the existing areas of protective forest plantations in this zone. The presented new approach in the analysis of the functioning of territories based on agroforestry ecological complexes shows the current state of agricultural lands, anthropogenic load and their ecological condition. The data obtained indicate the need for a more detailed study of each component element of the complexes, its role in the overall functionality of a particular territory, in order to determine in the future the necessary optimal indicators of each element.

Key words: Anthropogenic ecological complexes, agroforestry, protective forest plantations, arable land, agricultural production, fallow lands.

Введение. Современное интенсивное использование земель сельскохозяйственного назначения практически повсеместно послужило переходу природных (естественных) экосистем в разряд агролесомелиоративных экологических комплексов, в большей части управляемых

человеком [1]. Антропогенный пресс относится к ведущим факторам преобразования экосистем. Эти изменения являются направленными и сопряжены в основном с частичной, либо полной трансформацией биоты, с заменой естественных комплексов на определенный перечень технологий преобразования почвенного покрова, его структуры, физического и химического состава, вариациями водного режима, культивируемых видов растений [1]. Такие преобразования ландшафтов глубоко изучаются «антропогенным ландшафтоведением» [2, 3].

Для определения степени нарушенности земель сельскохозяйственного назначения, необходима их оценка. Академиком РАН Волковым С.Н. разработаны интегральные показатели, которые позволяют провести расчет экологической стабильности территорий, а также степень антропогенной нагрузки на уровне административных районов [4]. Реймерсом Н.Ф. сформированы экологические параметры сбалансированной территориальной организации в степной зоне в части долевого распределения земель пашни. По его мнению, оптимальные показатели доли пашни в общем объеме площади рассматриваемой территории, находятся в пределах 40-45%, предельно допустимые не должны превышать 60% [5].

Модельные расчеты выполненные Odutn E.P. и Odutn N.T. показали, что максимум полезной продукции территории достигается при 40% ее освоенности при 60% наличия на территориях естественных экосистем [6]. Рядом исследователей проведена оценка антропогенного воздействия на природные экосистемы применением индикационных показателей [7, 8]. Оценка нарушенности ландшафтов представляет сложность, связанную не только с учетом соотношений, подвергшихся деградации площадей и структурных компонентов ландшафтов. Чибилева В.П. провела нормирование оценочных показателей, с учетом коэффициента их значимости, рассчитанного с помощью факторного метода. Этот подход позволил исследователю ранжировать районы Оренбургской области по степени их измененности [7].

Для Волгоградского региона, который являлся объектом нашего исследования, характерна большая антропогенная нагрузка при широком спектре возделываемых сельскохозяйственных культур. Среди них преимущество отдается зерновым (озимая и яровая пшеницы, ячмень), также возделываются кормовые, технические, овощные культуры. Неотъемлемой составной частью антропогенных экологических комплексов в настоящее время являются мелиоративные защитные лесонасаждения (ЗЛН), которые считаются стабилизирующим элементом современных ландшафтов [9, 10]. Ведущими учеными агролесомелиораторами и ландшафтоведами, ЗЛН рассматриваются как один из основных элементов экологического каркаса территорий, выступая экологическими коридорами распространения флоры и фауны, либо буферными зонами различного уровня [11-13]. Ряд авторов видят в агролесомелиорации вариант развития отрасли растениеводства [14, 15].

Максимальный объем создания ЗЛН на государственном уровне был произведен во время реализации в 1948-1952 гг. Плана преобразования природы. За пятилетний период было создано 1286 тыс. га ЗЛН [16]. По итогам реализации Генеральной схемы противоэрозионных мероприятий в период с 1975 по 1994 гг. было создано 622,2 тыс., поэтому их общая фактическая площадь в этот период увеличилась с 2128,4 тыс. га до 2750,6 тыс. га [17, 18]. С 1994 г. по настоящее время произошел резкий спад работ по защитному лесоразведению (особенно полезащитному). В рамках программ «Плодородие почв» и других за прошедшее время создано в 1994-2000 гг. – 22,5 тыс. га, в 2001-2005 гг. – 13,8 тыс. га, в 2006-2020 - 17,7 тыс. га, 2021-2023 – 14 тыс. га. При этом следует отметить происходящий ежегодный распад насаждений от природных и антропогенных факторов на площади от 15 до 20 тыс. га. То есть, происходит превышение распада над посадками. В результате, по экспертной оценке ВНИАЛМИ, на 2015 год в РФ сохранилось около 2500 тыс. га полезащитных и противоэрозионных лесных полос, насаждений на песках и аридных пастбищах. В Волгоградской области на этот год сохранилось 69 471 га ЗЛН [19, 20].

В стране окончательно разрушилась вертикаль управления защитным лесоразведением на землях сельскохозяйственного назначения. Однако именно в этот период повышается научное и общественное внимание к защитному лесоразведению, как высокоэффективному, долго действующему средству оптимизации природопользования и обустройства агроландшафта.

Увеличение площадей ЗЛН является одной из важных экологических задач современности с целью достижения оптимальных показателей лесистости и устранения «разрывов», либо брешей в экологических каркасах территорий [13]. Вопрос оптимальной лесистости земель сельскохозяйственного назначения во все времена был дискуссионным.

Каждый подход в определении оптимальных значений имеет свою индивидуальность и зависит от задач стоящих, в том числе перед аграрным сектором для достижения целей эффективного природопользования и продуктивного аграрного производства [21, 22]. С этим связана разница в единицах представляемых показателей. По мнению Молчанова А.А., в малолесных районах, где в настоящее время 70% площади занято полями и пастбищами, лесистость должна составлять до 25-30% [21, с. 6]. В Стратегии защитного лесоразведения Российской Федерации указан показатель оптимальной лесистости земель сельскохозяйственного назначения, составляющий 1,5% [19]. В одной из исследовательских работ Тубалова А.А., с помощью применения метода картографического моделирования на примере Волгоградского региона данный показатель определен в 3% [23].

Целью представленной работы на примере Волгоградского региона являлась многофакторная оценка существующих агролесомелиоративных экологических комплексов земель сельскохозяйственного назначения на уровне административных районов, с учетом существующих объемов ЗЛН. В задачи исследования входило: определение антропогенной нагрузки на земли сельскохозяйственного назначения, в том числе пашни, с учетом ее существующей лесистости, оценка экологической стабильности территорий, оценка возможной зависимости урожайности озимой пшеницы от реальных площадей ЗЛН.

Материалы и методы. Объектом исследований являлась Волгоградская область с представленным зональным делением по Овчинникову А.С. [24].

Коэффициенты экологической стабильности (Кэс) земель сельскохозяйственного назначения и их антропогенной нагрузки (коэффициент антропогенной нагрузки Кан) по административным районам рассчитаны по Волкову С.Н. [4].

$$К_{эс} = \frac{\sum К_i P_i}{\sum P_i} K_i, \quad (1)$$

где K_i – коэффициент экологической стабильности угодья i-го вида;

P_i – площадь угодья i-го вида;

K_i – коэффициент морфологической стабильности рельефа ($K_р$ = 1,0 для стабильных территорий и $K_р$ = 0,7 для нестабильных территорий).

В наших расчетах для всех районов Волгоградской области применялся коэффициент $K_р$ = 1.

Приняты следующие значения: $К_{эс}$ < 0,33, территория экологически не стабильна; при $К_{эс}$ = 0,34…0,50 – неустойчиво стабильна; $К_{эс}$ = 0,51…0,66 переходит в градацию средней стабильности; при $К_{эс}$ > 0,67 – экологически стабильная.

Коэффициент антропогенной нагрузки ($К_{АН}$) характеризует влияние деятельности человека на состояние антропогенных экологических комплексов. Формула расчета:

$$К_{АН} = \frac{\sum РБ}{\sum Р}, \quad (2)$$

где Р – площадь земель с соответствующей антропогенной нагрузкой, га; Б – балл соответствующий площади с определенной антропогенной нагрузкой. Принятые показатели, что $К_{АН}$ менее 3,0 характеризует низкую антропогенную нагрузку на территорию, $К_{АН}$ = 3,1 – 3,5 – умеренную, $К_{АН}$ – 3,6 и более – высокую. В расчетах по оценке существующих агролесомелиоративных экологических комплексов учитывались земельные площади следующих категорий земель сельскохозяйственного назначения: пашня, ЗЛН, пастбища, сенокосы и залежи. Выбор данных показателей объясняется тем, что они наглядно демонстрирует функциональность агроландшафтов.

Данные по площадям защитных лесных насаждений представлены Комитетом природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области (данные инвентаризации 2015 года) [25]. Расчетные данные по лесистости земель сельскохозяйственного назначения и земель пашни использовались из более ранней работы одного из авторов [26]. Показатель лесистости в 1,5% земель сельскохозяйственного назначения и земель пашни в данной работе принят оптимальным [19]. Данные по урожайности озимой пшеницы за 50-ти летний период, предоставлены региональным отделением Росстатистики Волгоградской области. Метеорологические данные взяты из архива свободного доступа [27]. Из более ранней работы одного из авторов применяются некоторые выводы по индивидуальным особенностям климатических изменений на уровне локальных территорий (районов области) [28]. Используемые в работе характеристики почв подтверждаются сведениями, размещенными в

почвенном реестре Российской Федерации [29]. Картографический материал выполнен в геоинформационной программе QGIS (Quantum geographic information system).

Результаты исследований и их обсуждение. Волгоградская область, как объект исследований, является аграрным регионом. Площадь земель сельскохозяйственного назначения – 7 237 тыс. га, площадь пашни 4 695 тыс. га, Пашня составляет 65% от площади сельскохозяйственных угодий региона. Площадь ЗЛН 69 471,1 га.

Полученные результаты по проведенным одним из авторов более ранних исследований показали, что только 12 районов области имеют экологическую защиту земель пашни в виде ЗЛН превышающую 1,5%. Не имеет ее 21 район. Анализ изучаемых экологических параметров проведен по районам, имеющим оптимальную лесистость *(таблица 1)*. Проведенный анализ экологических параметров сбалансированной территориальной организации в части земель пашни по Реймерсу Н.Ф. показал, что оптимальные показатели пашни в пределах 40% имеют шесть районов: Кумылженский, Городищенский, Камышинский, Николаевский, Палласовский, Светлоярский. Три района – Нехаевский, Новоаннинский и Еланский характеризуются превышением предельно допустимых экологических параметров эксплуатации, превышающий 60% уровень. Данные районы по зональному делению находятся в настоящей степи с черноземными почвами, которые отличаются высоким плодородием, лучшей обеспеченностью осадками и в связи с этим более интенсивной распашкой территорий.

Таблица 1

Характеристика районов области по долевому присутствию пашни с лесистостью выше 1,5%

№ п/п	Районы	Общая площадь района, га	Пашня, %	Лесистость земель пашни, %
Настоящая степь с черноземными почвами				
1.	Нехаевский	220 000	61	1,94
2.	Урюпинский	346 600	49	1,78
3.	Новоаннинский	308 000	70	1,66
4.	Кумылженский	297 700	40	1,47
5.	Еланский	267 200	72	2,46
Сухая степь с темно-каштановыми и каштановыми почвами				
6.	Жирновский	296 900	50	2,34
7.	Городищенский	218 000	32	2,72
8.	Камышинский	356 300	21	5,24
9.	Николаевский	343 600	28	2,18
10.	Котельниковский	347 100	58	1,56
Полупустыня со светло-каштановыми почвами				
11.	Палласовский	1 236 100	9	1,65
12.	Светлоярский	339 000	33	1,78

Зеленая подсветка в таблице характеризует районы с оптимальными показателями пашни, оранжевая характеризует превышение предельно допустимых значений.

На представленных картах по Кан *(рисунок 1)* и Кэс *(рисунок 2)* районы с показателями лесистости в 1,5% отмечены штриховкой.

Проведенный анализ районов области по антропогенной нагрузке *(рисунок 1)* показывает, что на территории региона отсутствуют районы с относительно низкой антропогенной нагрузкой на земли сельскохозяйственного назначения. 10 районов области имеют умеренную нагрузку, что составляет 37% территории. Остальные 23 района характеризуются высокой антропогенной нагрузкой или 63%.

Экологически средне стабильным является только Палассовский район области. Это связано с тем, что пашня в данном районе составляет лишь 9% территории. Находясь в полупустыне со слабым обеспечением осадками, большая площадь сельскохозяйственных угодий отведена под пастбищные экосистемы. Три района области Серафимовичский, Среднеахтубинский и Ленинский характеризуются неустойчивой стабильностью, остальные районы являются экологически не стабильными, что составляет 80% территории.

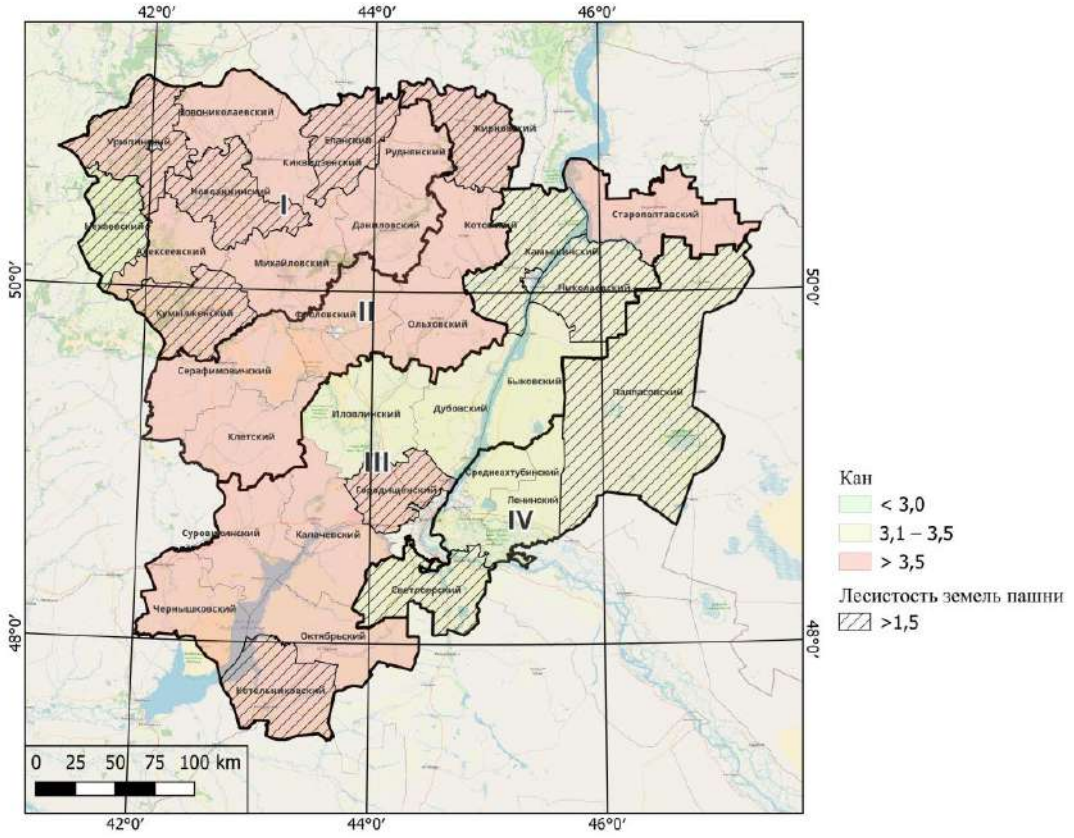


Рисунок 1. Антропогенная нагрузка на земли сельскохозяйственного назначения Волгоградской области, по административным районам.

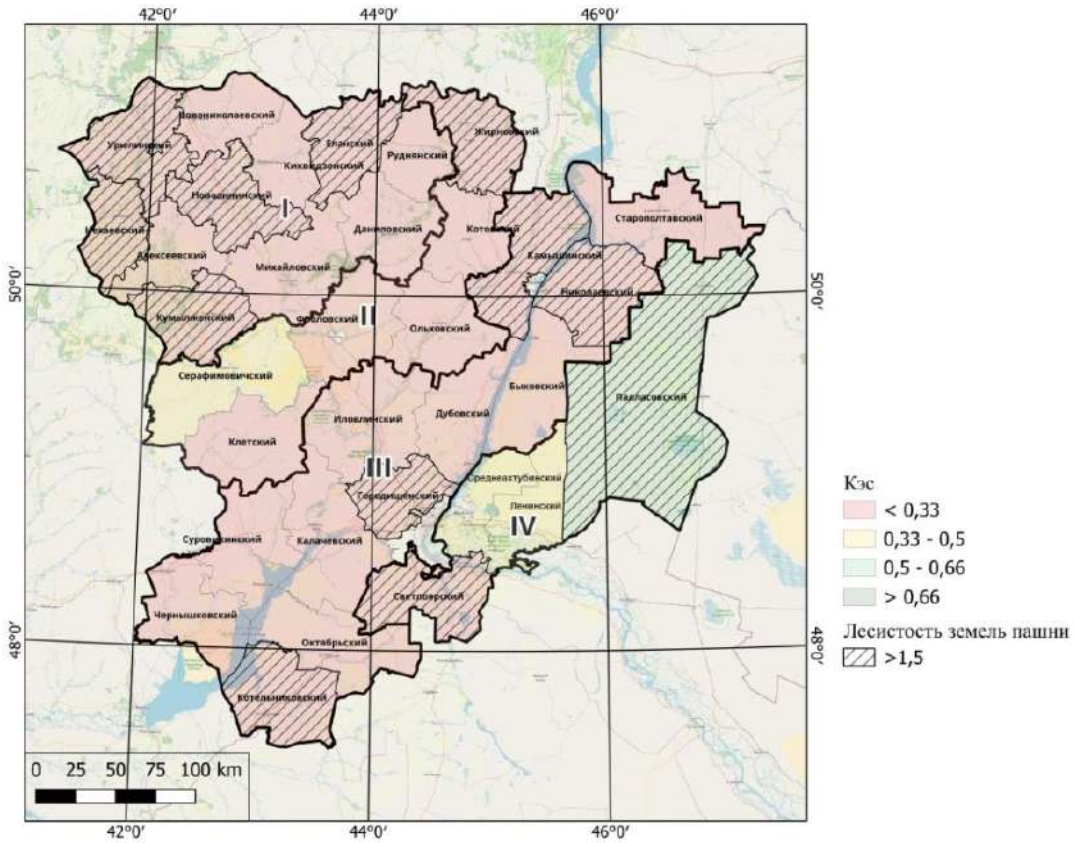


Рисунок 2. Экологическая стабильность земель сельскохозяйственного назначения Волгоградской области по административным районам.

Проведенные исследования по динамике урожайности озимой пшеницы за 50-ти летний период по районам Волгоградской области выявили достоверные тренды увеличения показателей только в зоне настоящей степи с черноземными почвами. Корреляция между площадями ЗЛН, и средней урожайностью озимой пшеницы за 50 лет показала высокую достоверность с коэффициентом 0,92 *(рисунок 3)*.

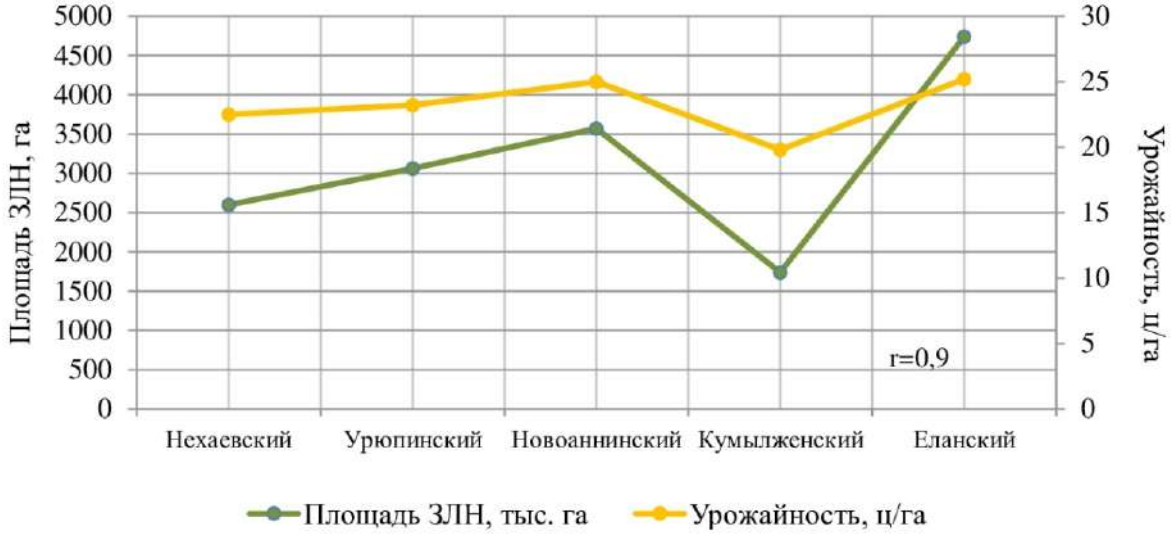


Рисунок 3. Корреляционная зависимость урожайности озимой пшеницы (средние значения за 50-ти летний период, ц/га) и площадей под ЗЛН на землях сельскохозяйственного назначения в настоящей степи с черноземными почвами.

Выводы:

1. По результатам проведенного анализа районов области с лесистостью пашни выше 1,5%, по доли распаханности территорий, определены их экологические параметры. Оптимальные показатели пашни в пределах 40% имеют шесть районов области – Кумылженский, Городищенский, Камышинский, Николаевский, Палласовский, Светлоярский. Три района – Нехаевский, Новоаннинский и Еланский имеют показатели, характеризующие превышение предельно допустимых экологических параметров эксплуатации, превышая 60%.

2. Расчет антропогенной нагрузки на земли сельскохозяйственного назначения характеризует отсутствие районов с низкой нагрузкой, 10 районов имеют умеренную нагрузку, что составляет 37% территории, 23 района имеют сильную антропогенную нагрузку или 63% территории.

3. Экологически средне стабильным является только Палассовский район области. Это связано с тем, что пашня в данном районе составляет лишь 9% территории. Находясь в полупустыне со слабым обеспечением осадками, большая площадь сельскохозяйственных угодий отведена под пастбищные экосистемы. Три района области Серафимовичский, Среднеахтубинский и Ленинский характеризуются неустойчивой стабильностью, остальные районы области являются экологически не стабильными, что составляет 80% территории.

4. В тех районах настоящей степи региона, где определены достоверные тренды увеличения урожайности озимой пшеницы за 50-ти летний период, выявлена высокая корреляционная зависимость r=0,92 между показателями урожайности зерновых культур и площадями защитных насаждений.

5. Новый подход в анализе функционирования территорий на основе агролесомелиоративных экологических комплексов показывает современное состояние земель сельскохозяйственного назначения, антропогенную нагрузку и их экологическое состояние. Полученные данные свидетельствуют о необходимости более детального изучения каждого составляющего элемента комплексов, его роли в общем функционале конкретной территории, с целью определения в перспективе необходимых оптимальных показателей каждого элемента.

Благодарности. *Авторы благодарят младшего научного сотрудника лаборатории геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов ФНЦ агроэкологии РАН В. Романова за картографический материал, подготовленный к статье.*

Финансирование. *Работа выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения «Расширение системы климатического и экологического мониторинга и прогнозирования на территории Российской Федерации в целях обеспечения адаптационных решений в отраслевом и региональном разрезах, включая борьбу с опустыниванием» (соглашение № 169-15-2023-001 от 01.03.2023 г.)*

Список литературы

1. Исаков Ю.А., Казанская Н.С., Тишков А.А. Зональные закономерности динамики экосистем. М.: Наука, 1986. 149 с.

2. Мильков Ф.Н. Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы. М.: Наука, 1981. 398 с.

3. Мильков Ф.Н. Учение об антропогенных ландшафтах: вопросы теории, терминологии и преподавания в высшей школе // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2004. № 1. С. 19-23.

4. Волков С.Н. Землеустройство. Т. 2. Москва: Изд-во «Колос», 2001. 648 с.

5. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). М: Мысль «Россия молодая», 1994. 366 с.

6. Odutn E.P., Odutn H.T Natural areas as necessary components of mans total environment. “Trans. 37th N. Amer. Wildlife and Natur. Resour. Conf., Mexico City, Mex., 1972”. Washington, D. C, 1972. P. 178-179.

7. Чибилева В.П. Ландшафтно-экологические исследования по изучению антропогенной трансформации степных ландшафтов // Вестник Оренбургского государственного университета. 2008. № S (87). С. 153-156.

8. Орлова И.В. Динамика и сбалансированность структуры землепользования приграничных степных районов Западной Сибири // Степной бюллетень. 2006. № 21-22. С. 45-50.

9. Кулик К.Н., Павловский Е.С., Свинцов И.П. Агролесомелиорация в России: история и стратегия развития // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2008. № 4. С. 28-30.

10. Кулик К.Н., Пугачева А.М. Лесомелиорация - основа создания устойчивых агроландшафтов в условиях недостаточного увлажнения // Лесотехнический журнал. 2016. Т. 6. № 3(23). С. 29-40.

11. Кулик К.Н. Защитные лесные насаждения – основа экологического каркаса агротерриторий // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 1. С. 18-21.

12. Павловский Е.С. Экологические и социальные проблемы агролесомелиорации. М.: Агропромиздат, 1988. 182 с.

13. Рулев А.С., Пугачева А.М. Развитие растениеводства на региональном уровне (на примере Волгоградской области) // Проблемы прогнозирования. 2019. № 5(176). С. 112-119.

14. Пугачева А.М. Агролесомелиоративные системы – основа развития земледелия // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1(49). С. 227-237. DOI: 10.32786/2071-9485-2018-01-227-237.

15. Чибилев А.А., Петрищев В.П., Павлейчик В.М. [и др.]. Геоэкологические проблемы степного региона. Екатеринбург: Уральское отделение РАН, 2005. 378 с.

16. Рулев А.С., Пугачева А.М. Формирование новой агролесомелиоративной парадигмы // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89. № 10. С. 1044-1051. DOI: 10.31857/S0869-587389101044-1051.

17. Генеральная схема противоэрозионных мероприятий по РСФСР в 5 томах. Т. I. Пояснительная записка. М.: Росземпроект, 1975. С. 96.

18. Волков С.Н., Краснянская Е.В., Ахметкужина А.Д., Евдокимова И.С. Планирование агролесомелиоративных мероприятий в Российской Федерации при проведении комплекса землеустроительных и мелиоративных работ на землях сельскохозяйственного назначения // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2023. № 5. С. 271-282. DOI: 10.33920/sel-04-2305-02.

19. Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2025 года [Текст] / Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2017. 39 с.

20. Кулик К.Н., Барабанов А.Т., Жданов Ю.М. [и др.]. Стратегия развития защитного лесоразведения в Волгоградской области на период до 2025 года. Волгоград, 2017. 39 с.

21. Молчанов А.А. Оптимальная лесистость (на примере ЦЧР). М.: Наука, 1966. 126 с.

22. Недикова Е.В., Чечин Д.И., Краснянская Е.В. Совершенствование лесомелиоративного устройства пахотных земель // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2022. № 10. С. 637-642. DOI: 10.33920/sel-04-2210-02.

23. Tubalov A.A. Spatial Principles of Territories Selection for Priority Development of Agroforestry Complexes // Forests. 2023. 14. 1225. DOI: 10.3390/f14061225.

24. Овчинников А.С., Балашова Н.Н., Иванова Н.В. Стратегия комплексного развития сельских территорий и эффективного функционирования АПК Волгоградской области в условиях ВТО // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2014. № 1. С. 16-20.

25. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023622960 Российская Федерация. Зональная агролесомелиоративная система сухих степей Волгоградской области: № 2023622402: заявл. 26.07.2023: опубл. 28.08.2023 / А.М. Пугачева, А.И. Беляев, К.Ю. Трубакова; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук».

26. Pugacheva A.M. Functionality of Zonal Agroforestry Systems on Agricultural Land of Dry Territories // Forests. 2023. Vol. 14, No. 12. P. 2364. DOI: 10.3390/f14122364.

27. URL: http://meteo.ru/it/178-aisori

28. Пугачева А.М. Климатические флуктуации сухих степей и их роль в процессе демутации // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 3 (84). С. 14-22.

29. URL: https://egrpr.esoil.ru.

УДК 504.064.2; 574.34; 574.42
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1066-1074

ПАРАМЕТРЫ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ЗАПОВЕДНОЙ ЛУГОВОЙ СТЕПИ В 1963-2023 ГГ.

PARAMETERS OF SMALL MAMMAL POPULATION DYNAMICS IN THE PROTECTED MEADOW-STEPPE IN 1963-2023

Пузаченко А.Ю.[1], Власов А.А.[2], Власов Е.А.[2], Власова О.П.[2]
Puzachenko A.Yu.[1], Vlasov A.A.[2], Vlasov E.A.[2], Vlasova O.P.[2]

[1]Институт географии РАН, Москва, Россия
[2]Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник имени профессора В.В. Алехина, Курская область, Россия
[1]Institute of Geography RAS, Moscow, Russia
[2]V.V. Alekhin' Central Tsernozemsky Nature Reserve, Kursk district, Russia

E-mail: [1]puzak@igras.ru, [2]andrejvlassoff@mail.ru

Аннотация. Долговременные наблюдения (мониторинг) численности локальных популяций животных предоставляют уникальную возможность проверки гипотез, лежащих в основе теоретических моделей. Большинство моделей предполагают «стационарность» популяционной динамики, что обеспечивает возможности предсказания ее численности. Рассмотрены параметры динамики уловистости шести наиболее многочисленных видов мелких млекопитающих (четыре вида грызунов и два вида насекомоядных) в 1963-2023 гг. в условиях заповедной луговой степи на Стрелецком участке Центрально-Черноземного биосферного заповедника. Протестированы гипотеза стационарности и гипотеза хаотичности динамики. Для этого рассчитывали показатели Херста и Ляпунова. Выделяли участки временных рядов со стационарной динамикой. В качестве характеристики этих интервалов использовали результаты временной декомпозиции спектра (вейвлет спектрограмма) – метода имеющего существенные преимущества перед традиционным спектральным анализом. В целом, все исследованные временные ряды были отнесены к категории нестационарных. В динамике встречаемости видов обнаружена смена условно стационарных режимов, характеризующих разной величиной уловистости, наличием или отсутствием циклических компонент и сменой длительности циклов. Нестационарность существенно ограничивает возможности прогноза изменения численности популяций. Динамика встречаемости каждого вида была уникальна. Этот результат предполагает доминирование видоспецифичных ответов на одни и те же экологические факторы – изменение климата и сукцессии растительного покрова луговой степи. Разнообразие реакций видов демонстрирует адаптивный потенциал мелких млекопитающих на уровне сообщества в целом.

Ключевые слова. Луговая степь, мелкие млекопитающие, показатель Херста, показатель Ляпунова, спектральный анализ, вейвлет преобразование.

Abstract. Long-term monitoring of local animal populations provides a unique opportunity to test the hypotheses underlying theoretical models. Most models are based on the hypothesis of «'stationarity» of population dynamics, which allows prediction of abundance. We studied the parameters of the dynamics of catchability of the six most abundant species of small mammals (four species of rodents and two species of insectivores) in the period 1963-2023 under the conditions of the protected meadow-steppe at the Streletsky site of the Central Chernozem Biosphere Reserve. The hypothesis of stationarity and the hypothesis of chaotic dynamics were tested. For this purpose we calculated Hurst and Lyapunov indices. Within the time series, we distinguished intervals of stationary dynamics. We used the results of time spectrum decomposition (wavelet spectrogram) to characterise these intervals. Wavelet spectral analysis has significant advantages over traditional spectral analysis. In general, all time-series studied were classified as non-stationary. The dynamics of species occurrence showed a change of conditionally stationary modes, characterised by different catchability values, the presence or absence of cyclic components and a change in cycle duration. Non-stationarity significantly limits the ability to predict changes in population abundance. The abundance dynamics of each species were unique. This result suggests the dominance of species-specific responses to the same environmental factors - climate change and meadow-steppe vegetation succession. The diversity of species responses demonstrates the adaptive potential of small mammals at the community level as a whole.

Key words: Meadow steppe, small mammals, Hurst's exponent, Lyapunov's exponent, spectral analysis, wavelet transform.

Введение. Центрально-Черноземный биосферный заповедник (ЦЧЗ) организован в 1935 г. на территории нынешней Курской области. Он расположен на площади 5287,4 га и

состоит из шести отдельных участков: Стрелецкий – 2046 га, Казацкий – 1638 га, Баркаловка – 368 га, Букреевы Бармы – 259 га, Зоринский – 495,1 га, Пойма Псла – 481,3 га. С самого момента организации заповедника приоритетное внимание уделялось проведению на его территории научных исследований. В современных условиях тотальной антропогенной трансформации ландшафтов Европы небольшие охраняемые участки ЦЧЗ представляют собой немногие территории лесостепной природной зоны, сохраняющиеся без периодического уничтожения природных экосистем в результате хозяйственной деятельности.

Как и во многих заповедниках, в ЦЧЗ проводятся долговременные наблюдения (мониторинг) за отдельными компонентами экосистем и экосистемными процессами по программе «Летопись природы». Транспортная доступность заповедника, наличие материальной базы, многолетних научных архивов, включая обширные коллекционные сборы, и специалистов создают предпосылки для работы исследователей разных специальностей в этой охраняемой «природной лаборатории». Непрерывные исследования видового состава и динамики численности мелких млекопитающих здесь были начаты в 1955 г. В.И. Елисеевой и были продолжены с 1988 г. А.А. Власовым. В 2000-х гг. к проведению этих работ подключилась О.П. Власова, а в последнее десятилетие – Е.А. Власов.

Задача введения в научный оборот уже накопленной информации о динамике популяций отдельных видов на особо охраняемых природных территориях и использование их в системе государственного управления до сих пор не решена. Отсутствие научного анализа данных мониторинга, выполненного в рамках более или менее единого методологического стандарта, оставляет широкое поле для дискуссии о том, в какой мере эти данные обеспечивают возможности краткосрочного, среднесрочного или долгосрочного прогнозов. Эта задача обычно содержательно связывается с оценкой последствий изменениями климата. Большинство моделей популяционной динамики исходят из гипотезы ее «стационарности». Стационарность предполагает возможность прогноза. Поэтому проверка этой гипотезы на реальных наблюдениях за динамикой численности является ключевой задачей анализа. В моделях нестационарной нелинейной динамики предполагается, что даже небольшие изменения «начальных условий» могут иметь не пропорциональные последствия на ее характер. Проверка этой гипотезы также является важнейшей задачей анализа долговременных рядов наблюдений. Третья, более традиционная задача анализа включает оценку параметров динамики – выделение в ней циклических и нециклических (стохастических) составляющих.

В данном сообщении мы приводим протокол и результаты анализа временных рядов учетов численности наиболее многочисленных видов мелких млекопитающих, обитающих на участке некосимой луговой степи (Стрелецкий участок ЦЧЗ). Основная цель исследования состояла в получении значений параметров временных рядов для использования в дальнейших исследованиях.

Материалы и методы. Характеристика территории Стрелецкого участка. Территория Стрелецкого участка рассматривается в качестве примера северной луговой лесостепи на Средне-Русской возвышенности. Общая характеристика и особенности климата в ЦЧЗ были опубликованы ранее [1, 2]. Начало XXI в. характеризовалось в целом заметными изменениями климата, влияние которых на растительный и животный мир ЦЧЗ было исследовано за период с 2000 г. по 2013 г. [3, 4].

По данным метеостанции, Стрелецкий участок, так же, как и другие кластеры заповедника, расположен в зоне умеренно холодного климата со среднегодовой температурой (1947-2022 гг.) воздуха +6,04°С (+3°С-+9°С). Увлажнение территории в основном обусловлено циклонической деятельностью. Осадки, связанные с местной циркуляцией, даже в летний период незначительны. Средняя многолетняя сумма осадков составляет около 570 мм.

Исследования проводились на участке луговой степи, находящемся с 1935 г. в режиме абсолютной заповедности (АЗС). Территория АЗС в настоящее время покрыта высокостебельной растительностью с большой примесью деревьев и кустарников. Соответствующие изменения произошли в основном за последние два десятилетия *(рисунок 1)*.

Метод учета численности. Отловы выполнялись с помощью мышеловок (давилок Геро) со стандартной приманкой – кусочки черного хлеба, смоченные в подсолнечном масле. Ловушки в линии выставлялись с интервалом 5 м. В АЗС выставляли две линии, по 50 ловушек каждая параллельно друг другу на расстоянии 100 м с периодом экспонирования двое суток. Отловы проводили три раза в течение года – весной, летом и осенью. В данной работе мы использовали данные, собранные в период с 1963 г. по 2023 г.

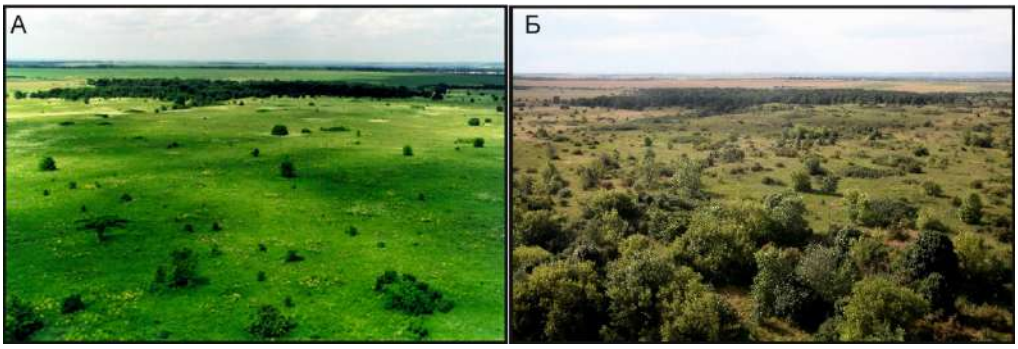


Рисунок 1. Изменения экосистемы абсолютно заповедного участка степи на территории Стрелецкой степи ЦЧЗ между 2003 (А) и 2023 (Б) гг.

Характеристика населения мелких млекопитающих АЗС Стрелецкого участка.

В 1963-2023 гг. на АЗС выявлено присутствие 11 видов мелких млекопитающих, среди которых наиболее часто встречались 6 видов грызунов – малая лесная мышь (*Apodemus uralensis*, AU), желтогорлая мышь (*A. flavicollis,* AF), полевая мышь (*A. agrarius,* AA), домовая мышь (*Mus musculus*), рыжая полевка (*Clethrionomys glareollus*, CG), серая полевка (*Microtus arvalis*/*rossiameridionalis*, MA) и 2 вида насекомоядных – обыкновенная бурозубка (*Sorex araneus*, SA) и малая бурозубка (*S. minutus*, SM). Доминантом в населении грызунов был MA (44,4%), а AU (23,3%) и AA (24,5%) выступали в качестве субдоминантови. Среди насекомоядных, SA (69,2%) был доминантом, а SM был субдоминантом (30,6%). В последние пять лет в осенних отловах на сезонном пике численности популяций доминирующее положение занял AU (57,5%), а, содоминантом стал AA (37,4%). Из осеннего населении практически исчез SM, а доля SA возросла до 95,7%. Кроме перечисленных видов в биотопе АЗС отмечены мышь-малютка (*Micromys minutus*), обыкновенный хомяк (*Cricetus cricetus*), степная пеструшка (*Lagurus lagurus*), мышовка Штрандта (*Sicista strandi*), мышовка темная (*Sicista severtzovi*) и малая белозубка *(Crocidura suaveolens).*

В данном сообщении приведены результаты исследования временных рядов малой лесной мыши, полевой мыши, серых полевок, рыжей полевки, обыкновенной и мало бурозубок.

Подготовка данных. В качестве показателя уловистости отдельных видов использовали корень квадратный из средней уловистости (инд./100 ловушко-суток) за три сезона отловов – весна, лето, осень. Это позволило исключить из анализа сезонную динамику. Для выделения «низкочастотной» составляющей ряда применяли фильтр Савитского-Голая (Savitzky-Golay filter) [5], который использует алгоритм локальной аппроксимации ряда полиномом методом наименьших квадратов в скользящем окне. В отличие от традиционного применения этого фильтра, здесь с его помощью удаляли не высокочастотный, а низкочастотный «шум». Для этого использовали полином четвертой степени и ширину окна до половины длины ряда (~30). Полученный сглаженный ряд затем вычитали из исходных данных, после чего их использовали для спектрального анализа.

Методы анализа данных.

1. Показатель Херста (Hurst exponent, H) [6, 7]. Показатель Херста позволяет классифицировать временные ряды по уровню их стохастичности или влиянию предшествующих значений на последующие (эффект «долговременной памяти»). Если H равен ~0,5, это указывает доминирование случайных колебаний с параметрами белого или «бурого» шума (случайное «блуждание» типа броуновскогоое движения). Более высокие значения указывают на возрастающее присутствие эффекта «долговременной памяти» в динамике. Если H меньше 0,5, ряд данных называется антипостоянным. В последнем случае каждое значение данных с большей вероятностью будет иметь отрицательную корреляцию с предыдущими значениями. Отметим, что величина показателя зависит от способа вычисления. Мы определяли H на интервале от 3 до 30 наблюдений (т.е. число интервалов изменялось от 20 до 2). Также мы использовали стандартизованное отклонение в качестве нормировки [7].

2. Показатель Ляпунова (Lyapunov exponent, λ) [8, 9]. Хаотическая изменчивость значений временного ряда может быть похожа на стохастическую («шум»), но формально является детерминированной. В экологических исследованиях имеет значение «гипотезы хаоса», согласно которой значимая зависимость динамики экосистемы от начальных условий (признак

нелинейной хаотической динамики) предполагает, что в системе осуществляется усиление слабых возмущений любой природы. В противном случае, происходит подавление подобных возмущений [10]. Если все λ отрицательны, то траектория системы имеет устойчивый аттрактор (область «притяжения» в фазовом пространстве), являющийся особой точкой (узел или фокус). Если λ больше 0, то динамика системы характеризуется хаотическим неустойчивым аттрактором. Если один (старший λmax) показатель равен нулю, а все остальные отрицательны, то траектория системы, вероятно, будет представлена устойчивым циклом. Следовательно, λ отражает скорость «разбегания» динамических траекторий при небольших флуктуациях начальных условий, или, в целом, устойчивость динамики. Мы проверяли нулевую гипотезу H0: $\lambda_k > 0$ (k = 1) о присутствии хаотической динамики.

3. Выделение участков временного ряда со стационарной динамикой. В некоторых теоретических упрощенных моделях предполагается, что во времени динамика популяции становится стационарной или даже равновесной. Это означает что по достижении такого состояния значения показателей, связанных с численностью/плотностью популяции, остаются неизменными или не сильно варьируют случайным образом или в форме циклов/квази-циклов вокруг средних значений, при постоянной дисперсии. Однако известно не много о том, насколько и в каких случаях динамика реальных популяции соответствует таким моделям. Здесь мы использовали подход к выделению стационарных интервалов исследованных временных рядов, предложенный в [11, 12].

4. Спектральный анализ [13]. Для спектрального анализа использовали временные ряды после вычитания из них низкочастного «шума» или тренда. Во-первых, оценивали число основных циклических компонент ряда по спектрограмме Прони [14, 15]. Во-вторых, для изучения изменчивость спектра во времени, на интервале от 1963 г. до 2023 г., строили вейвлет [16, 17] спектрограмму используя вейвлет Морле,

Программное обеспечение. Показатели Херста, спектрограммы Прони и 2-d вейвлет спектрограммы рассчитывали в AutoSignal V.1.7 (Systat Software, Inc). В качестве альтернативы для расчета H использовали R-пакет mvDFA v. 0.0.4 (Detrended Fluctuation Analysis) [18]. В этой программе алгоритм расчета отличается от алгоритма в AutoSignal. Эффективный расчетный размер окна для рядов данной длины принимается равным 13 и отсутствует нормировка на стандартную девиацию. В качестве альтернативы для получения вейвлет спектрограмм использовали пакет Past [19].

Показатель Ляпунова вычисляли в R – пакете DChaos v. 0.1-7 (Chaotic Time Series Analysis; Sandubete J.E., https://CRAN.R-project.org/package=DChaos). Разбиения ряда на «стационарные» участки проводили в пакете R-пакете segclust2d v. 0.3.1 (Bivariate Segmentation/Clustering Methods and Tools) [11].

Результаты. Показатель Херста, полученный в AutoSignal, для всех видов существенно превышал 0,5, и изменялась в интервале от 0,775 до 0,833 *(таблица 1)*. Это указывает на присутствие не стохастических компонентов в динамике численности. На длинном временном лаге (3-30 лет) эффект «долговременной памяти» проявлялся у всех видов. Значения показателя Херста в пакете mvDFA заметно отличались, но также свидетельствовали в пользу гипотезе о присутствии не стохастических компонент в динамике всех популяций. В случае CG показатель был меньше 0,5.

Показатель Ляпунова во всех случаях был меньше 0. Нулевая гипотеза о хаотической динамике отвергалась с высокой вероятностью при p <0,000001.

Таблица 1

Показатели Херста (H±SD) и Ляпунова (λ_k±m) временных рядов уловистости шести видов мелких млекопитающих на АЗС в 1963-2023 гг.

Вид	H (AutoSignal)	H (mvDFA)	λ_k±m
AU	0,807±0,012	0,785	-1,15±0,162
AA	0,787±0,016	0,614	-1,05±0,159
CG	0,775±0,016	0,437	-2,28±0,138
MA	0,789±0,008	0,686	-11,92±0,365
SA	0,833±0,009	0,678	-1,53±0,022
SM	0,824±0,027	0,641	-5,30±0,879

Примечание: SD – стандартизованное отклонение H; m – стандартная ошибка λ_k; M, 95% conf. int. – среднее значение и 95% доверительный интервал энтропии.

Далее приведем результаты анализа временных рядов отдельных видов.

У AU было выделено четыре интервала со стационарной динамикой, которые отличались между собой по продолжительности, по средней уловистости и амплитуде колебаний *(рисунок 2А)*. Таким образом, в целом рассматриваемый ряд является не стационарным. Наиболее продолжительный стационарный период с относительно высокой встречаемостью AU начался в 1999 г. и продолжается в настоящее время. До этого высокая встречаемость вида на АЗС отмечалась между 1981 г. и 1986 г. В остальное время встречаемость держалась на относительно низком уровне. Переходы между соседними стационарными «режимами» динамики происходили относительно резко. На спектрограмме Прони *(рисунок 2Б)* видно, что циклические колебания смещены в низкочастотную область спектра и имели длительность около 6-7 лет. Вейвлет спектрограмма *(рисунок 2В)* дает развертку спектра во времени, что позволяет сопоставить его изменчивость с периодами стационарной динамики. В интервале от 1963 г. до 1981 г. в цикличность отсутствовала и, следовательно, она динамика была стохастичной. Затем возникли колебания с периодом 6-7 лет. При этом на коротком интервале 1981-1986 гг. они характеризовались высокой амплитудой, а в интервале между 1987 г. и 1998 г. – низкой амплитудой. Начиная с конца 90-х годов и примерно до 2011 г. динамика встречаемости усложнилась за счет возникновения высокочастотных колебаний с периодом около 2 лет на фоне высокой амплитуды колебаний 6-летнего цикла. Однако в дальнейшем эти высокочастотные колебания полностью исчезли.

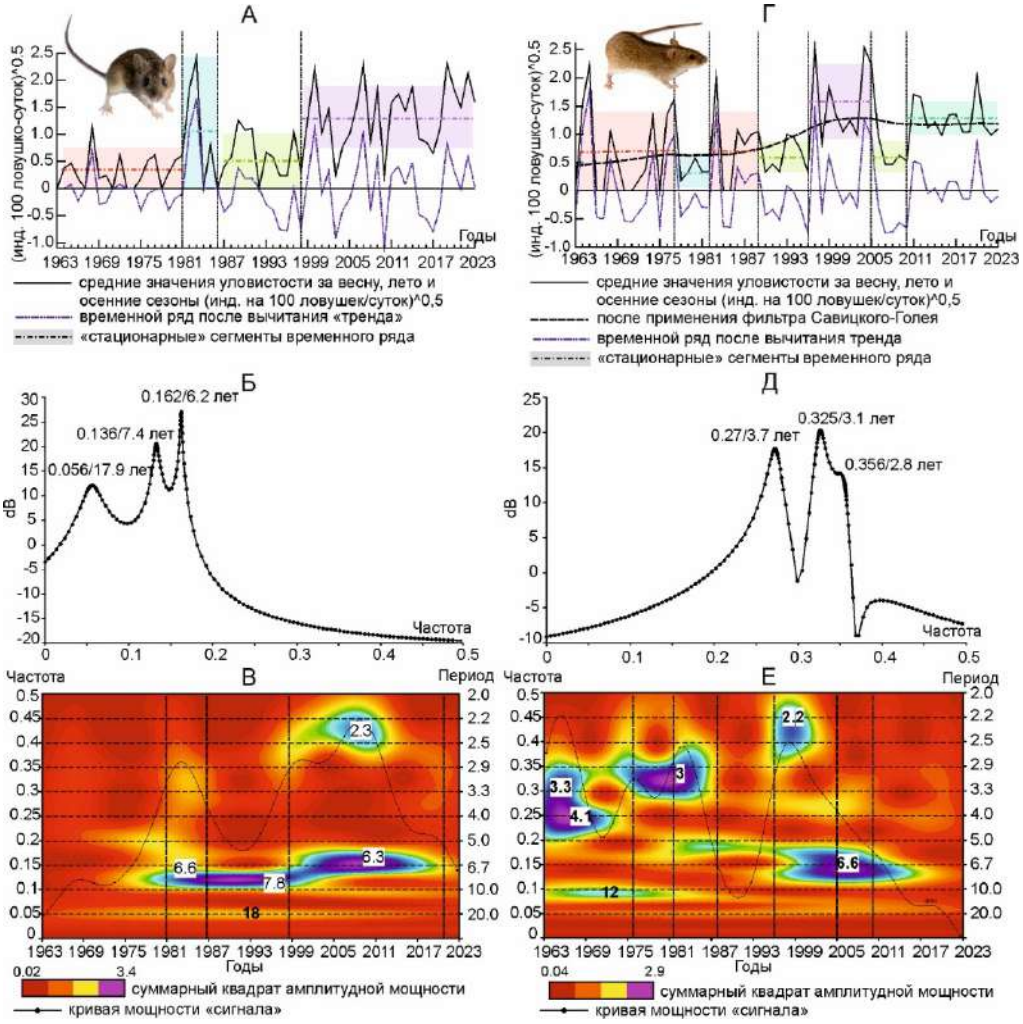


Рисунок 2. Характеристика уловистости малой лесной мыши (А-В) и полевой мыши (Г-Е) на АЗС в 1963-2023 гг.

А, Г – временные ряды до и после вычитания низкочастотных «трендов»: разными цветами выделены участки стационарной динамики (stationary segment). Б, Д – спектрограмма Прони; цифрами обозначены наиболее значимые осредненные частоты колебаний/периоды. В, Е – вейвлет спектрограмма; показаны статистически значимые (p>0,95) периоды колебаний.

Временной ряд АА *(рисунок 2Г)* демонстрирует сложную динамику с частой сменой режимов на фоне постепенного увеличения встречаемости вида. Заметный подъем встречаемости произошел между 1990 и 1996 гг. Минимум встречаемости пришелся на короткий интервал 1977-1982 гг., а максимум – на 1996-2005 гг. С 2011 г. по настоящее время встречаемость вида держится на относительно высоком уровне. Спектр циклических колебаний сдвинут в высокочастотную область *(рисунок 2Д)*. При этом на вейвлет спектрограмме кроме колебаний с периодом 2-3 года выделяются и циклы с периодом около 6-7 лет и даже 12-летний цикл в первой половине ряда *(рисунок 2Е)*. За период наблюдений стохастические колебания отмечены между 1987 г. и 1996 г. и после 2011 г. Период между 1963 и 1975 гг. характеризуется присутствием колебания с периодами 3-4 года. Между 1975 г. и 1981 г. сохранился только трехлетний цикл с низкой амплитудой колебаний. Эта цикличность продолжала существовать примерно до 1987 г. Затем цикличность восстановилась только в середине 90-х годов. Причем наряду с низкочастотными колебаниями со средним периодом около 6,6 лет короткое время существовал высокочастотный двухлетний цикл.

Типично лесной вид CG регулярно встречается на АЗС *(рисунок 3А)*. Максимальные показатели уловистости этого вида наблюдались между 1983 г. и 1999 г. В этот период на фоне относительно высокой численности населения наблюдались устойчивые высокочастотные колебания *(рисунок 3Б)*, особенно после 1990 г. *(рисунок 3В)*. Начиная с конца 90-х годов, встречаемость CG на АЗС снижается. Вид нерегулярно присутствует, но при низкой уловистости. Динамика приобретает стохастический характер.

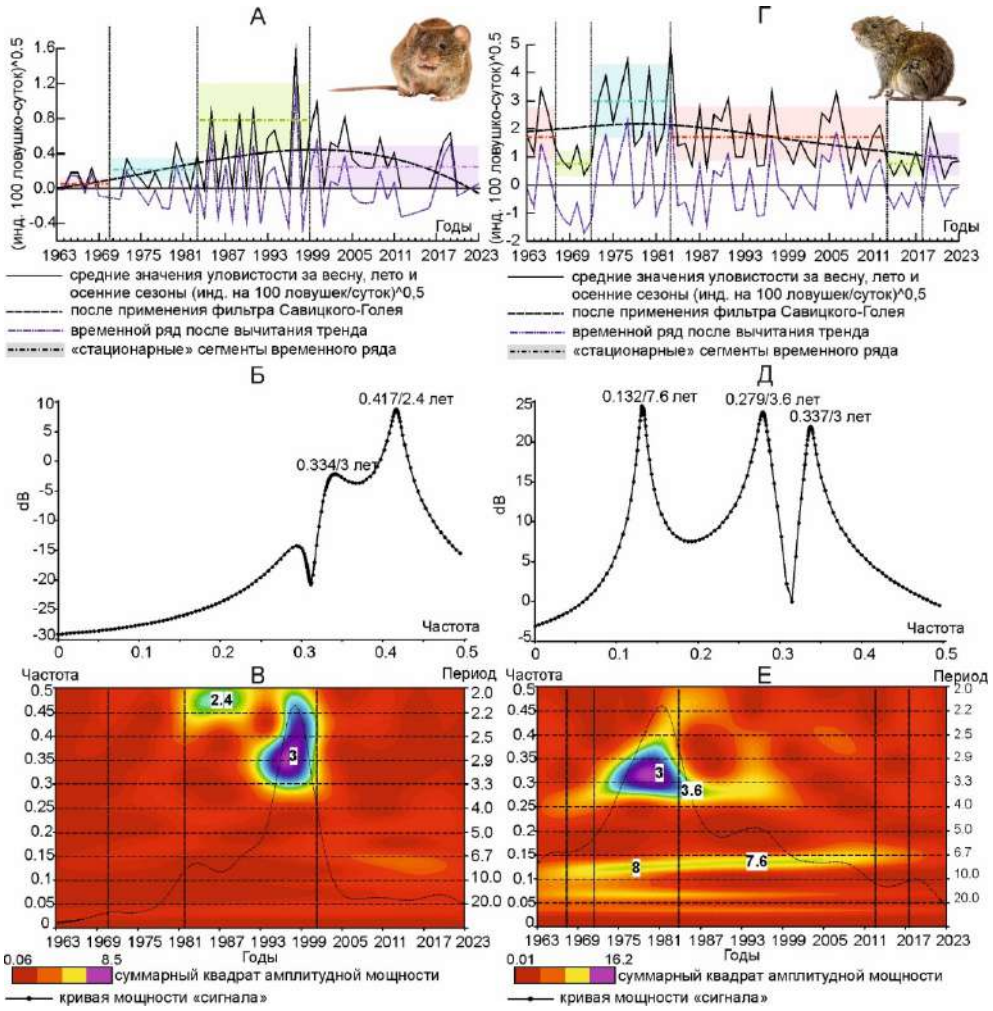


Рисунок 3. Характеристика уловистости рыжей полевки (А-В) и серых полевок (*M. arvalis*/*rossiameridianalis*) (Г-Е) на АЗС в 1963-2023 гг.

А, Г – временные ряды до и после вычитания низкочастотных «трендов»: разными цветами выделены участки стационарной динамики (stationary segment). Б, Д – спектрограмма Прони; цифрами обозначены наиболее значимые осредненные частоты колебаний/периоды. В, Е – вейвлет спектрограмма; показаны статистически значимые (p>0,95) периоды колебаний.

Серые полевки – типичные представители населения мелких млекопитающих на АЗС. На территории исследовании встречаются оба вида-двойника. В учетах они не различались. В динамике МА выделяется период между 1972 г. и 1983 г., когда уловистость достигала максимальных величин за весь период наблюдений *(рисунок 3Г)*. На этом фоне наблюдались высокочастотные колебания с периодом около 3 лет. После 1983 г. и до, примерно, 2013 г. уловистость колебалась на среднем уровне. В отсутствии высокочастотных колебаний наблюдались слабо выраженные циклы с периодом около 8-7 лет *(рисунок 3Е)*. После 2010 г. динамика встречаемости полевок становится стохастической *(рисунок 3Е)* на фоне снижения их присутствия в составе населения АЗС.

На АЗС обитают два вида бурозубок. В динамике доминирующего вид SA выделяются до 7 стационарных периодов с разными уровнями встречаемости (*рисунок 4А*). На рассматриваемом интервале выявлен долговременный тренд, выражающийся в постепенном росте встречаемости вида между 1963 г. до начала 2000-х годов. В первой половине ряда, примерно до 1990 г., присутствовали циклические колебания на средних частотах спектра с периодами 3-5 лет (*рисунки 4Б, 4В*). Циклическая динамика прерывалась между 1970 г. и 1980 г. После 1990 г. периодические колебания отсутствовали.

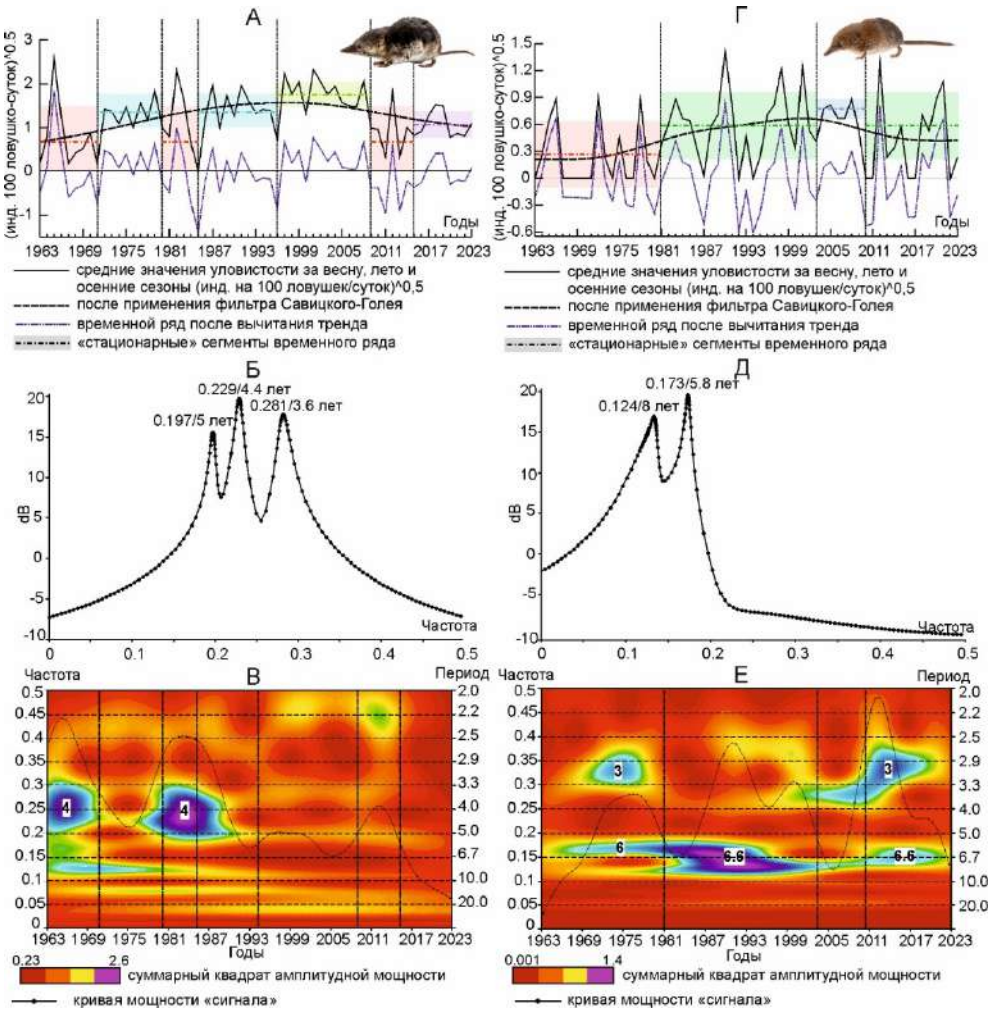


Рисунок 4. Характеристика уловистости обыкновенной бурозубки (А-В) и малой бурозубки (Г-Е) на АЗС в 1963-2023 гг.

А, Г – временные ряды до и после вычитания низкочастотных «трендов»: разными цветами выделены участки стационарной динамики (stationary segment). Б, Д – спектрограмма Прони; цифрами обозначены наиболее значимые осредненные частоты колебаний/периоды. В, Е – вейвлет спектрограмма; показаны статистически значимые (p>0,95) периоды колебаний.

Ряд встречаемости SM характеризуется сложной структурой. В целом выделяется два основных периода. Между 1963 г. и 1981 г. встречаемость была относительно низкой *(рисунок 4Г)*. Тем не менее, циклическая компонента присутствовала в форме 3-х и 6-ти летних циклов

(*рисунок 4E*). Колебания со средним периодом около 6,6 лет наблюдаются в течение всего периода наблюдений. Высокочастотные колебания прерывались с начала 80-х до начала 2000-х. Примерно с 2003 г. до 2010 г. цикличность отсутствовала. В последние 10 лет наблюдались колебания встречаемости с периодами 3 года и 6,6 лет.

Обсуждение и выводы. В совокупности показатели Херста (H) и Ляпунова (λ_k) характеризуют динамику популяций мелких млекопитающих на АЗС как нехаотическую и не стохастическую, имеющую в период проведения наблюдений, как минимум, одну область устойчивой численности, и демонстрирующую эффекты влияния предшествующих значений численности на ее последующие значения. Варьируя эффективный размер окна, можно детально исследовать лаг или лаги, на которых происходят изменения показателя Херста, что выходит за рамки задачи данного исследования. Поясним, что случайная компонента присутствовала в динамике всех видов, так как значения H находились между 0,5 и 1.

На основании показателей H и λ_k нельзя судить о причинах наблюдаемой динамики. Эффект «долговременной памяти» или способность подавлять малые возмущения могут быть связаны с воздействием внешних экологических факторов или внутрипопуляционных механизмов, или быть результатом их сложных взаимодействий.

Все исследованные ряды относятся к категории нестационарных. Это выражается в смене режимов динамики разной продолжительности, характеризующих разной величиной показателя уловистости, наличием или отсутствием циклических компонент и сменой длительности циклов. Нестационарность в целом существенно ограничивает возможности прогноза изменения численности популяций.

Динамика уловистости видов на АЗС очень специфична и не демонстрирует общих тенденций и синхронизации во времени. Этот результат свидетельствует об индивидуальной, видоспецифичной реакции мелких млекопитающих на изменение в окружающей среде. В свою очередь это может рассматриваться и как предпосылка к адаптации сообщества мелких млекопитающих АЗС к изменчивости климата климатическим сукцессиям биотиопа луговой степи.

Применение вейвлет спектрограмм имеет существенные преимущества по сравнению с более традиционным спектральным анализом. В сочетании с разбивкой ряда на участки с разными стационарными режимами динамики, развертка спектра во времени позволяет выделять особые периоды смены режимов динамики и формулировать гипотезы о вероятных причинах этой изменчивости.

Список литературы

1. Рыжков О.В., Пузаченко А.Ю., Власов А.А., Золотухин Н.И., Корольков А.К., Филатова Т.Д. Столетняя динамика климата и биоты Центральной лесостепи (на примере Центрально-Черноземного заповедника и прилегающих территорий) // Влияние изменения климата на экосистемы (Climate change impact on ecosystems). М.: Русский университет, 2001. С. 69-81.

2. Непочатых Л.В., Рыжков О.В. Климат // Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник имени профессора В.В. Алехина (научно-популярное издание) / Ред. А.А. Власова, О.В. Рыжкова, Н.И. Золотухина. Курск: Мечта, 2016. С. 15-19.

3. Рыжков О.В., Власов А.А., Рыжкова Г.А., Филатова Т.Д., Золотухин Н.И., Золотухина И.Б., Непочатых Л.В., Власова О.П., Власов Е.А. Мониторинг климата и биоты Стрелецкого участка Центрально-Черноземного заповедника // Тр. Мордовского гос. природного заповедника им. П.Г. Смидовича. Вып. 18 / Ред. Е.В. Варгот, А.Б. Ручин, А.А. Хапугин. Саранск-Пушта, 2017. С. 17-32.

4. Рыжков О.В., Власов А.А., Рыжкова Г.А., Филатова Т.Д., Золотухин Н.И., Золотухина И.Б., Непочатых Л.В., Власова О.П., Власов Е.А. Многолетняя динамика климата и биоты Стрелецкого участка Центрально-Черноземного заповедника // Вопросы географии. Сб. 143. Географические основы заповедного дела (к 100-летию заповедной системы России) / Ред.: В.М. Котляков, А.А. Чибилёв, А.А. Тишков. М.: Издат. дом «Кодекс», 2017. С. 267-285.

5. Savitzky A., Golay M. J.E. Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures // Analytical Chemistry. 1964. Vol. 36. No. 8. P. 1627-1639. DOI 10.1021/ac60214a047.

6. Hurst H. E. Long-term storage capacity of reservoirs // Transactions of the American Society of Civil Engineers. 1951. Vol. 116. P. 770-799.

7. Nazarychev S.A., Zagretdinov A.R., Ziganshin Sh.G., Vankov Yu.V. Classification of time series using the Hurst exponent // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1328. P. 012056. DOI 10.1088/1742-6596/1328/1/012056.

8. Барбашин Е.А. Функция Ляпунова. М.: Наука, 1970. 240 с.

9. Скоринкин А.И. Математическое моделирование биологических процессов. Казань: Казан. ун-т, 2015. 86 с.

10. Ellner S., Turchin P. Chaos in a noisy world: New methods and evidence from time-series analysis // American Naturalist. 1995. Vol. 145. No. 3. P. 343-375. DOI 10.1086/285744.

11. Patin R., Etienne M.P., Lebarbier E., Chamaillé-Jammes S., Benhamou S. Identifying stationary phases in multivariate time series for highlighting behavioural modes and home range settlements // Journal of Animal Ecology. 2020. Vol. 89. No. 1. P. 44-56. DOI 10.1111/1365-2656.13105.

12. Picard F. Robin S., Lebarbier E., Daudin J.J. A segmentation/clustering model for the analysis of array CGH data // Biometrics. 2007. Vol. 63. No. 3. P. 758-766. DOI 10.1111/j.1541-0420.2006.00729.x

13. Марпл С.Л. (мл.) Цифровой спектральный анализ и его приложения. М.: Мир, 1990. 265 с.

14. Kay S.M., Marple S.L.Jr. Spectrum analysis-a modern perspective // Proceedings of the IEEE. 1981. Vol. 69. No. 11. P. 1380-1419.

15. Еленец М.В., Немирович-Данченко М.В. Оконная обработка электроэнцефалографических записей методом Прони // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2021. Т. 24. № 2. С. 45-50. DOI 10.21293/1818-0442-2021-24-2-45-50.

16. Витязев В.В. Вейвлет – анализ временных рядов. Учеб. пособие. СПб: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2002. 56 с.

17. Павлов А.Н. Вейвлет-анализ и примеры его применения // Известия вузов. ПНД. 2009. Т. 17. Вып. 5. С. 99-111.

18. Peng, Ch.-K., Havlin, S., Stanley, H.E., Goldberger, A. Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series // Chaos. 1995. Vol. 5. P. 82-87.

19. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. Vol. 4. No. 1. P. 1-9.

УДК 631.445.51: (477.75)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1075-1082

ПАРЦЕЛЛЯРНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ СТЕПНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ БОЛЬШОГО СУХОРЕЧЬЯ КРЫМА

THE PARTIAL DIVERSITY OF SOILS OF STEPPE BIOGEOCENOSES OF THE GREATER SUKHORECHYE OF CRIMEA

Пышкин В.Б., Иванов С.П.
Pyshkin V.B., Ivanov S.P.

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Республика Крым, Россия
Crimean Federal V.I. Vernadsky University, Simferopol, Republic of Crimea, Russia

E-mail: vpbiscrim@mail.ru, spi2006@list.ru

Аннотация. Дана характеристика парцеллярного разнообразия почв степных биоценозов одного из районов Северного Крыма – Большого Сухоречья, включающего водосборные территории рек Чатырлык, Воронцовка и Самарчик. На основе созданной информационной базы данных *CrimSoil*, в которую вошли сведения о почвах 35 биогеоценологических парцелл Большого Сухоречья. Приводится краткая физико-химическая и агрономическая характеристика некоторых видов почв: представлены сведения по их почвообразующим породам, механическому составу, реакции почвенной среды и засолению. В исследуемом районе наиболее распространены элювиальные парцеллы с лугово-каштановыми карбонатными остаточно-солонцеватыми крупно-пылевато-тяжелосуглинистыми почвами на лессовидных глинах. Наименее распространены элювиальные парцеллы с лугово-каштановыми слабосолонцеватыми крупно-пылевато-тяжелосуглинистыми почвами, которые так же развиваются на лессовидных глинах. По днищам балок и западинам на аллювиальных отложениях или лессовидных суглинках сформировались луговые почвы ортоаквальных парцелл. Современным аллювием сложены пойменные, а древним – надпойменные террасы рек. Обсуждается последствия для почв хозяйственной деятельности, в том числе проведения масштабных гидромелиоративных работ, связанных с функционированием Северо-Крымского канала.
Ключевые слова: Крым, степь, ландшафт, биогеоценоз, парцелла, почва.

Abstract. The characteristics of the parcel diversity of soils in steppe biocenoses of one of the regions of Northern Crimea – Bolshoi Sukhorechye, including the drainage areas of the Chatyrlyk, Vorontsovka and Samarchik rivers are given. Based on the created CrimSoil information database, which included information about the soils of 35 biogeocenological parcels of the Bolshoy Sukhorechye. A brief physicochemical and agronomic characteristic of some types of soils is given: information is presented on their soil-forming rocks, mechanical composition, reaction of the soil environment and salinity. In the study area, the most common are eluvial parcels with meadow-chestnut carbonate residual-solonetzic coarse-silty-heavy loamy soils on loess-like clays. The least common are eluvial parcels with meadow-chestnut weakly solonetzic coarse-silty-heavy loamy soils, which also develop on loess-like clays. Meadow soils of orthoaquatic parcels were formed along the bottoms of gullies and depressions on alluvial deposits or loess-like loams. Modern alluvium is composed of floodplains, and ancient alluvium is composed of river terraces above the floodplain. The consequences for soils of economic activities, including large-scale irrigation and drainage work associated with the functioning of the North Crimean Canal, are discussed.
Key words: Crimea, steppe, landscape, biogeocenosis, parcel, soil.

Введение. Почва играет важнейшую роль в природных ландшафтах и в экосистемах. Она является важнейшим компонентом экосистем, выступает как фактор плодородия для растений и как самая насыщенная организмами среда. Изучение разнообразия почв, составляющих основу биоценотического и видового разнообразия нашей планеты, важно как с практической точки зрения, так и с точки зрения познания общих закономерностей эволюции экосистем и биосферы в целом [1, 2]. Особую актуальность изучению разнообразия почв придают современные ускоряющиеся темпы их антропогенного преобразования. Распашка последних участков целинных степей, степное лесоразведение, интенсификация сельского хозяйства создают реальные угрозы потери природного разнообразия почв [3, 4].

Изучение почв проводится во всех странах развитого земледелия, что служит основой для их рационального использования, а также решения общих экологических проблем на региональном и биосферном уровне [5].

Крымский полуостров отличается исключительным ландшафтным и биологическим разнообразием [6, 7]. Четыре природные зоны Крыма существенно отличаются по климатическим, орографическим и биоценотическим показателям. Соответственно разнообразны и почвы Крыма [8]. Их историческое формирование в Крыму происходило в тесной связи с формированием растительного покрова. Таким образом, разнообразие почв степного Крыма отражает разнообразие степных фитоценозов *(рисунок 1)*.

Большое Сухоречье Крыма расположено в Западно-Присивашском районе Северо-Крымской (Таврической) аккумулятивной равнине. Большая часть территории Сухоречья (более 90%) распахана. Участки естественной растительности сохранились узкой полосой вдоль побережья Каркинитского залива и отдельными островками на водоразделах рек. Два таких участка Таукская степь и Самарчик включены в состав 50-ти приоритетных для сохранения биоразнообразия территорий Крыма [7]. Парцеллярное разнообразие почв степных биогеоценозов Большого Сухоречья Крыма обеспечивает достаточно ярко выраженное здесь фитоценотическое разнообразие – наличие на относительно небольшой территории нескольких достаточно контрастных растительных ассоциаций *(рисунок 2)*.

Цель наших исследований – оценить парцеллярное разнообразие почв одного из степных районов Северного Крыма – Большого Сухоречья, дать краткую физико-химическую и агрономическую характеристику видов почв, наиболее распространенных в изученном районе.

Материал и методика. Большое Сухоречье Крыма (далее Сухоречье) представляет собой волнистую равнину, волнистость которой обусловлена наличием широких неглубоких балок и долин притоков рек Чатырлык, Воронцовка, Самарчик, склоны которых постепенно переходят в водоразделы. Большинство из них летом пересыхают, поэтому их водосборный бассейн именуется Сухоречьем. Абсолютные высоты здесь колеблются в пределах 7-16 м. Общая площадь изучаемого района около 5 тыс. га.

Материалом для изучения парцеллярного разнообразия почв степных биогеоценозов Большого Сухоречья послужила авторская база данных *CrimSoil,* которая включает сведения по физико-химическим и агрономическим свойствам почв, таксономическому составу, морфологии, экологии и хорологии почв Крыма, для которых достоверно известны пространственные координаты проведеных исследований [9-15].

Результаты исследований. Почвообразующие породы Сухоречья представлены в основном эолоделювиальными четвертичными отложениями, которые имеют легкоглинистый и тяжелосуглинистый механический состав. Эти лессовидные породы желто-бурого цвета, карбонатные слабопористые, гипсоносные и засолённые. Тяжелосуглинистые отложения содержат 51,5-57,4% частиц «физической» глины и 30,9-32,7% ила. Карбонатов кальция в лессовидных глинах и суглинках содержится 5,53-15,67%. Реакция почвенной среды средне-щелочная pH = 7,5-8,5. В надсолевом горизонте пород плотный остаток равен 0,06-0,19%, в солевом – 0,28-1,45%. Сумма токсичных солей в солевом горизонте равна 0,13-0,64%. Преобладает сульфатный тип засоления. Степень засоления колеблется от слабой до сильной. Оглеенные лессовидные породы распространены в отрицательных элементах рельефа. В поймах рек почвообразующие породы представлены современным и древним аллювием. Современным аллювием сложены пойменные, а древним – надпойменные террасы рек.

Территория изучаемого района по агроклиматическому районированию полуострова относится к Степному району с умеренно жарким, очень засушливому лету с умеренно мягкой зимой. Самые теплые месяцы июль и август со средней месячной температурой воздуха 22,3-23,0°. Среднегодовая температура воздуха 10,3°. Сумма среднесуточных температур более 10°, в подрайоне достигает 3420°. Период активных температур (свыше 5°) начинается с 29 марта, заканчивается 19 ноября, его продолжительность 235 дней. Наибольшее количество осадков выпадает летом – 101 мм, наименьшее весной – 76 мм. Среднегодовое количество осадков равно 336 мм. Значительная часть осадков выпадает в виде ливней. Подрайон – очень засушливый. Летние высокие температуры воздуха вызывают сильное испарение. Испарение увеличивают и суховеи.

В условиях равнинного рельефа и континентального климата на богатых карбонатами лессовидных отложениях под изреженной степной растительностью ковыльно-типчаковых биогеоценозов Сухоречья сформировались темно-каштановые почвы. В понижениях, где уровень грунтовых вод находится на глубине выше 2 метров, в луговых и галофитно-луговых биогеоценозах – солонцы луговые, лугово-болотные и луговые почвы.



Рисунок 1. Фитоценозы крымских целинных степей: *а* – полынно-подмаренниково-типчаковая степь; *б* – злаково-разнотравная степь; *в* – тонконогово-ковыльная степь. Фото С. Иванова.



Рисунок 2. Фитоценозы, сформированные на антропогенно-ненарушенных и умеренно нарушенных участках в степной зоне Крыма: *а* – полынно-кермековый галофитный луг; *б* – за́лежное растительное сообщество; *в* – полынно-злаково-разнотравная степь; *г* – бескильницевый галофитный луг; *д* – полынно-бескильницевый галофитный луг. Фото С. Иванова.

В шестидесятые годы прошлого века в результате проведения гидромелиоративных работ и строительства Северо-Крымского канала часть русел рек и их притоков были спрямлены, сегодня используется в качестве оросительных и дренажных каналов. Были построены дамбы, образовавшие многочисленные пруды площадью более 2 тыс. га. За счет поднятия уровня грунтовых вод в почвообразовательном процессе стали преобладать признаки лугово-степного и лугового типа почвообразования. Темно-каштановые почвы сменились на лугово-каштановые и

каштаново-луговые. Проведение мелиорации солонцовых почв, плантажирование и внесение гипса привело к преобладанию в Сухоречье остаточно-солонцеватых почв.

Сравнительный анализ сведений информационной базы *CrimSoil* о физико-химических свойствах отдельных участков территории Сухоречья позволил выделить 35 основных биогеоценологических парцелл в северо-западной части равнинного Крыма. В более возвышенной части Сухоречья и более удаленной от побережья Каркинитского залива, на широких водораздельных плато с хорошо выраженным микрорельефом, где грунтовые воды залегают на глубине 3-8 м, в элювиальных и элювиально-аккумулятивных парцеллах развиваются лугово-каштановые почвы. Для них характерны пленочно-капиллярно-грунтовое увлажнение и сезонно-обратимый солевой режим. Все почвы остаточно- и слабосолонцеватые. Мощность гумусированной части профиля достигает 75-86 см. Реакция почвы по профилю щелочная pH=7,4-8,2.

Наиболее распространены в Сухоречье элювиальные парцеллы с лугово-каштановыми карбонатными остаточно-солонцеватыми крупно-пылевато-тяжелосуглинистыми почвами на лессовидных глинах. Мощность их гумусовых горизонтов 25-70 см. Горизонт «белоглазки» отмечен с глубины 35-96 см. Гумуса в двадцатисантиметровом слое почв содержится 1,2-2,9%. Вниз по профилю почв количество гумуса убывает до 0,2% в нижнем переходном горизонте. Сумма поглощенных оснований в слое 0-20 см достигает 23,88-35,79 мг-экв. на 100 г почвы. Из поглощенных оснований 67,96-87,79% приходится на катионы кальция, 9,97-29,38% – магния. Натрия поглощенного содержится 2,10-3,94% от суммы поглощенных оснований. Реакция почвы в слое 0-20 см и по профилю среднещелочная pH=7,5-8,1. Карбонатов кальция по профилю карбонатных почв в карбонатных горизонтах содержится 0,36-14,64%. Анализ водной вытяжки показал, что в надсолевом горизонте плотный остаток составляет 0,08-0,084%. Хлора в нем 0,007-0,009%. Сумма токсичных солей составляет 0,29-0,64%. Тип засоления – сульфатный. Степень засоления – сильная и слабая.

Менее распространены в ковыльно-типчаковых биогеоценозах Сухоречья парцеллы с лугово-каштановыми карбонатными остаточно-солонцеватыми среднезолистыми крупно-пылевато-средне-суглинистыми глубокозасоленными, лугово-каштановыми остаточно-солонцеватыми крупно-пылевато-тяжелосуглинистыми глубокосолончаковыми и лугово-каштановыми слабосолонцеватыми крупно-пылевато-тяжелосуглинистыми почвами. Все они развиваются на лессовидных глинах и занимают небольшую площадь [5, 6].

В слабоволнистой пониженной долине в ковыльно-типчаковых биогеоценозах Сухоречья наиболее распространены парцеллы с каштаново-луговыми остаточно-солонцеватыми поверхностно-вторично-оглеенные среднещелочные крупнопылевато-тяжелосуглинистые на лессовидных глинах. Мощность их гумусовых горизонтов равна 30-70 см. Почвы остаточно-солонцеватые, плантажированные – соли глубже 200 см. Горизонт «белоглазки» залегает с 50-80 см в некоторых разрезах карбонатный мицелий с 50 см. Гумуса в слое 0-20 см содержится 1,3-3,0%. Реакция почв в слое 0-20 см колеблется от слабо- до среднещелочной PH=7,2-8,1. Тип засоления – сульфатный.

В этих биогеоценозах, также широко распространены элювиально-аккумулятивные парцеллы с каштаново-луговыми карбонатными остаточно-солонцеватыми слабосмытыми и намытыми песчанисто-среднесуглинистыми глубоко-солончаковатыми почвами на лессовидных суглинках. Они приурочены к равнине с частыми западинами. Грунтовые воды залегают на глубине 1,5-3,0 м. Мощность гумусовых горизонтов равна 26-54 см. Гумуса в этом слое содержится 2,6-3,3%. Почвы плантажированные, «белоглазка» залегает с 30-65 см.

Менее распространены – элювиально-аккумулятивные парцеллы, приуроченные к днищу балок с каштаново-луговыми слабосолонцеватыми намытыми крупно- пылевато-средне-суглинистыми солончаковатыми почвами на лессовидных суглинках. Мощность гумусовых горизонтов равна 80-120 см. Гумуса в этом слое 2,7%. Грунтовые воды залегают на глубине 1,5-3,0 м. Вскипают с 70-75 см. Реакция почвы среднещелочная pH = 8,0 в слое 0-20 см. Анализ водной вытяжки показал, что почва с 50-80 см засолена, то есть солончаковатая, тип засоления – хлоридно-сульфатный. Степень засоления – средняя.

По днищам балок и частым западинам, на аллювиальных отложениях или лессовидных суглинках, где грунтовые воды залегают на глубине 0,5-1,5 м, сформировались ортоаквальные парцеллы с луговыми мало-натриевыми слабосолонцеватые крупно-пылевато-тяжелосуглинистыми солончаковатыми на современном аллювии и луговыми карбонатными

слабосолонцеватыми крупно-пылевато-среднесуглинистыми солончаковатыми на лессовидных суглинках почвами.

Мощность их гумусовых горизонтов 35-48 см. Гумуса в слое 0-20 см 2,2%. Реакция почв среднещелочная pH=7,7-7,9. Гумуса в верхнем горизонте луговых почв 2,5%. Сумма поглощенных оснований в гумусово-элювиированном горизонте равна 28,44 мг-экв. на 100 г почвы. Преобладают поглощенные основания кальция 75,07%. На долю магния приходится 21,38%, натрия – 3,55%. В гумусово-иллювиальном горизонте сумма поглощенных оснований равна 29,48 мг-экв. на 100 г почвы, то есть увеличивается. Содержание оснований кальция падает до 72,01 %, магния увеличивается до 25,85%. Натрий составляет 2,14%, а сумма оснований магния и натрия достигает 27,99%. В слое 0–10 см сумма токсичных солей равна 0,14%. Тип засоления – хлоридно-сульфатный. Степень засоления – слабая, в слое 10-20 см сумма токсичных солей увеличивается до 0,426 %, степень засоления – до средней. Тип засоления в этом слое – сульфатный.

В поймах рек, где грунтовые воды залегают на глубине 0,5-1,5 м формируются субаквальные парцеллы с солонцами луговыми мало-натриевыми средне-солончаковыми суглинистыми на современном аллювии. Мощность их гумусовых горизонтов 32-46 см. Вскипают с глубины 32-57 см, «белоглазка» с 60-69 см. Гумуса в слое 0-20 см – 2,2%, вниз по профилю почв количество гумуса постепенно убывает до 1,3% в слое 40-56 см. В гумусово-элювиальном горизонте сумма поглощенных оснований равна 27,54-38,53 мг-экв. на 100 г почвы. Преобладают основания кальция 72,11-72,13%, магний составляет 18,85-22,32%, натрий – 5,55-9,04%. Ниже по профилю сумма поглощенных оснований увеличивается до 40,89-41,50 мг-экв. на 100 г почвы. Реакция почв среднещелочная pH = 7,6-8,1. Солонцы луговые засолены с глубины 23 см. В надсолевом горизонте, плотный остаток равен 0,117%, в солевом – 0,58%. Тип засоления – сульфатный. Сумма токсичных солей в солевом горизонте равна 0,39%. Степень засоления – средняя.

В аквальных парцеллах долин рек и притоков, где грунтовые воды подымаются до 0,5 м и выше, местами выходят на поверхность формируются лугово-болотные крупно-пылевато-тяжелосуглинистые на современном аллювии почвы. По их профилю отмечаются признаки оглеения в следствии образования закисных форм железа в анаэробны условиях.

Обсуждение результатов. Почва является неотъемлемой частью сухопутных экосистем на любом уровне организации биогеоценозов. В целом, почвенный покров Земли сформировался как производное жизнедеятельности биоты, в следствие чего отличия физико-химических характеристик почв отдельных регионов определяются их отличиями в видовом составе растений и животных, обитающих на данной территории, а также режимом их функционирования. Наиболее однородной и наименьшей по площади частью сухопутной экосистемы является парцелла, облик которой в основном определяется растительностью. Таким образом структура почвенного покрова определенной территории на парцеллярном уровне должна отражать структуру растительности этой территории на уровне отдельных фитоценозов (ассоциаций), а их разнообразие с разнообразием растительных сообществ. Пространственное совпадение наименьших классификационных единиц почв и растительных ассоциаций теоретически возможно, но в реальности число растительных ассоциаций, как правило, больше почвенных выделов. Это связано с тем, что на изменения структуры фитоценоза оказывает влияние гораздо больше факторов (конкуренция видов, аллелопатия, численность и активность травоядных, антропогенные вакторы), чем на структуру почв [16]. Даже при распашке степи и ее хозяйственном использовании почва сохраняет параметры, свойственные видовому уровню почв, то есть парцеллярному уровню биогеоценозов. Об этом свидетельствуют результаты наших исследований. В настоящее время, почти вся территория Сухоречья Крыма распахана, почвы плантажированы и используются в сельском хозяйстве под пашни, сады и пастбища. Это обстоятельство существенно затрудняют выявление парцеллярного разнообразия почв.

Аналогичные данные получены при исследовании территории Калиновского ландшафтного парка (северо-восточный район степного Крыма). Здесь на относительно небольшой территории (13 тыс. га) с хорошо сохранившейся природной растительностью выявлено 24 растительных ассоциации, сформированных на почвах 6 подтипов [17]. Сопоставление карты растительных ассоциаций Калиновского ландшафтного парка с картой почв этой территории показало относительно хорошее совпадение границ залегания подтипов почв с границами отдельных групп растительных ассоциаций. Неполное совпадение этих границ

есть результат неполного соответствия иерархии этих двух компонентов экосистемы, что объяснимо с учетом катенной организации как почвенного, так и растительного покрова [18].

Поиски возможностей сближения этих двух названных иерархий, особенно на фоне антропогенной трансформации почв представляется сложной, но вполне разрешимой задачей. Идентификация почв на уровне родов, видов, разновидностей и разрядов и выявление их связи с фитоценозами, экосистемами и ландшафтами разного уровня организации представляет собой перспективное направление почвенных исследований.

Глубокие преобразования почвенного покрова в северном Крыму, произошли в ходе строительства и функционирования Северо-Крымского канала. В частности, подъем уровня грунтовых вод, их соединение с поверхностными водами привело к засолению значительных территорий Присивашской низменности. В настоящее время функционирование Северо-Крымского канала приостановлено. Можно ожидать, что на фоне произошедших изменений системы земледелия в почвообразовательном процессе в будущем будут преобладать признаки степного типа почвообразования. В биогеоценозах будут восстанавливаться темно-каштановые и каштановые почвы, что, возможно, приведет к увеличению разнообразия почв.

В настоящее время угрозу разнообразию почв Крыма представляет не столько освоение целинных участков, которых осталось ничтожно мало, сколько масштабные планы степного лесоразведения. Основная тому причина – непонимание со стороны лесоводов пагубности последствий такого лесоразведения как для почв, оказавшихся под несвойственной им древесной растительностью, так и степных экосистем в целом.

Дальнейшее изучение почв биогеоценологических парцелл достаточно перспективно на территориях с сохранившейся естественной растительностью. К сожалению, таких территорий в Крыму осталось немного. Площадь особо охраняемых природных территорий в степной зоне полуострова не превышает 3,6%. В этих условиях представляется крайне актуальным создание Красной книги почв Республики Крым, постановление о создании которой было принято еще в 2015 году [19].

Заключение. Парцеллярное разнообразие почв одного из районов Северного Крыма – Большого Сухоречья, включающего водосборные территории рек Чатырлык, Воронцовка, Самарчик, относительно велико. Здесь выявлено 35 видов почв, соответствующих биогеоценологических парцеллам.

Выделение биогеоценологических парцелл оказалось возможно на основе анализа данных информационной базы данных *CrimSoil*, включающей подробные физико-химические и другие характеристики каштаново-луговых, лугово-каштановых и луговых почв изученного района.

В исследуемом районе наиболее распространены элювиальные парцеллы, с лугово-каштановыми карбонатными остаточно-солонцеватыми крупно-пылевато-тяжелосуглинистыми почвами на лессовидных глинах. Наименее распространены лугово-каштановые слабосолонцеватые крупно-пылевато-тяжелосуглинистые почвы, которые так же развиваются на лессовидных глинах. По днищам балок и западинам на аллювиальных отложениях или лессовидных суглинках формировались парцеллы с типично луговыми почвами. Современным аллювием сложены пойменные, а древним – надпойменные террасы рек.

Полученные данные подтверждают предположение о тесной связи почвенных классификационных подразделений с биогеоценологической градацией экосистем, включая парцеллярный уровень. Разнообразие выделенных нами видов почв в значительной мере соответствует разнообразию фитоценозов на парцеллярном уровне.

Идентификация почв на уровне родов, видов, разновидностей и разрядов и выявление их связи с фитоценозами, экосистемами и ландшафтами разного уровня организации представляется перспективным направлением почвенных исследований. В том числе потому, что почвы дают нам последнюю возможность получить ретроспективное представление о фитоценотическом разнообразии антропогенно-преобразованных территорий на разных уровнях организации, включая наинизший – парцеллярный.

Почти все почвы Сухоречья Крыма в настоящее время плантажированны, используются в сельском хозяйстве под пашни, сады и пастбища. Помимо антропогенного воздействия, свой отпечаток на почвы накладывают как процессы глобального масштаба, например, потепление, сопровождающиеся повышением аридности климата, так и местного, например, прекращение функционирования здесь в прежнем объеме Северо-Крымского канала. Можно ожидать, что на фоне изменения системы земледелия в почвообразовательном процессе в будущем будут

преобладать признаки степного типа почвообразования. В биогеоценозах будут восстанавливаться темно-каштановые и каштановые почвы, что, возможно, приведет к увеличению почвенного разнообразия.

Благодарности. *Авторы выражают благодарность д.б.н., проф. А.В. Ене за помощь в идентификации фитоценозов.*

Список литературы

1. Александровский А.Л., Александровская Е.И. Эволюция почв и географическая среда. М.: Наука, 2005. 225 с.

2. Бараева А.И. Почвозащитное земледелие. М.: Колос, 1975. 304 с.

3. Добровольский Г.В. Деградация почв – угроза глобального экологического кризиса // Век глобализации. 2008. № 2. С. 54-65.

4. Биоразообразие почв: важность и угрозы [Электронное издание]. URL: https://www.decadeonrestoration.org/ru/stories/bioraznoobrazie-pochv-vazhnost-i-ugrozy (дата обращения: 16.02.2024).

5. Розанов Б.Г., Таргульянг В.О., Орлов Д.С. Глобальные тенденции изменения почв и почвенного покрова // Почвоведение. 1989. № 5. С. 5-19.

6. Биологическое и ландшафтное разнообразие Крыма: проблемы и перспективы: Научно-практический дскуссионно-аналитический сборник. Вып. 11. Симферополь: СОНАТ, 1999. 180 с.

7. Выработка приоритетов: новый подход к сохранению биоразнообразия в Крыму: Результаты программы «Оценка необходимости сохранения биоразнообразия в Крыму», осуществленной при содействии Программы поддержки биоразнообразия BSP. Вашингтон: BSP, 1999. 257 с.

8. Подгородецкий П.Д. Крым: Природа: Справ. изд. Симферополь: Таврия, 1988. 192 с.

9. Половицкий И.Я., Гусев П.Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия. Симферополь: Таврия, 1987. 151 с.

10. Драган Н.А. Почвенные ресурсы Крыма. Симферополь: ТНУ, 2002. 143 с.

11. Почвы Крыма: программа CrimSoil // Ломоносовские чтения. 2007. С. 37-39.

12. Пышкин В.Б., Прыгунова И.Л. К созданию Красной книги почв Крымского полуострова: программа CrimSoi // Заповедники Крыма. Ч. 1. 2007. С. 371-377.

13. Пышкин В.Б., Прыгунова И.Л., Кобечинская В.Г. Парцеллярное разнообразие почв в биогеоценозах реки Чатырлык в Степном Крыму // Развитие географических исследований в Белорусии в XX-XXI в. 2021. С. 736-739.

14. Пышкин В.Б., Прыгунова И.Л., Кобечинская В.Г. К разнообразию почв долины реки Чатырлык в Степном Крыму // Ломоносовские чтения 2021. Севастополь: Филиал МГУ им. М. В. Ломоносова, 2021. С. 36.

15. Пышкин В.Б., Кобечинская В.Г. Рациональное использование почвенного разнообразия агроценозов Большого Сухоречья Крыма // Теоретические и прикладные аспекты организации, проведения и использования мониторинговых наблюдений. Минск: ИВЦ Минфина, 2023. С. 357-359.

16. Кобечинская В.Г., Андреева О.А. Перестройки структуры фитоценозов степного Крыма при различных формах антропогенного воздействия // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). № 3(24): междунар. науч.-практ. конф. М., 2016. С. 34-36.

17. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка проекта организации территории Калиновского регионального ландшафтного парка». Министерство экологии и природных ресурсов Украины Крымский филиал государственного предприятия «Научный центр исследований по проблемам заповедного дела», 2003. 289 с.

18. Стебаев И. В. Об иерархическом строении систем биогеоценозов суши // Математическое моделирование в экологии. М.: Наука, 1978. С. 52-64.

19. Постановление совета министров Республики Крым от 08 декабря 2015 года № 768.

УДК 504.064
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1083-1089

МНОГОЛЕТНИЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И КАЧЕСТВА РЕЧНЫХ ВОД СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

LONG-TERM TRENDS IN VARIABILITY IN THE CHEMICAL COMPOSITION AND QUALITY OF RIVER WATER IN THE STEPPE ZONE OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA

Решетняк О.С.[1,2]
Reshetnyak O.S.[1,2]

[1] Гидрохимический институт, Ростов-на-Дону, Россия
[2] Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия
[1] Hydrochemical Institute, Rostov-on-Don, Russia
[2] Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

E-mail: olgare1@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные гидроэкологические проблемы рек степной зоны европейской части России (ЕЧР). Объекты исследования – отдельные участки рек степной зоны, на которых проводятся регулярные гидрохимические наблюдения – рр. Самара, Сакмара, Урал, Салмыш, Ток, Большой Иргиз, Чапаевка, Чагра, река Дон и его притоки – рр. Медведица, Бузулук, Хопер, Северский Донец, Калитва и Быстрая.

Представлены коэффициенты корреляции, характеризующие временную изменчивость содержания в речных водах макрокомпонентов, биогенных и органических веществ за многолетний период (1985-2017 гг.). Корреляционный анализ данных о химическом составе воды показал разнонаправленность тенденций: для ионов кальция, хлоридов и гидрокарбонатов в большинстве случаев наблюдается отсутствие статистически значимых трендов, для органических веществ по $БПК_5$ и нефтепродуктов – убывающие тенденции, а преобладание возрастающих трендов выявлено в изменчивости содержания в воде ионов магния и сульфатов. В многолетнем аспекте выявлена неоднородность качества и степени загрязненности речных вод степной зоны ЕЧР. Показано, что для большинства участков рек качество воды соответствует категории «очень загрязненные» (3 «Б» класс) или «грязные» (4-й класс качества воды).

Полученные результаты могут быть использованы для управления качеством водных ресурсов и разработки экологически обоснованных водоохранных мероприятий для рек вододефицитных районов Юга ЕЧР.

Ключевые слова: химический состав, качество воды, степная зона, реки европейской части России, тенденции.

Abstract. The article considered the main hydroecological problems of the rivers of the steppe zone of the European part of Russia (ER). The objects of study are sections of rivers in the steppe zone, where regular hydrochemical observations are carried out – Samara, Sakmara, Ural, Salmysh, Tok, Bolshoy Irgiz, Chapaevka, Chagra, the Don River and its tributaries – Medveditsa, Buzuluk, Khoper, Seversky Donets, Kalitva and Bystraya.

Correlation coefficients are presented that characterize the temporal variability of the content of macrocomponents, nutrients and organic substances in river waters over a long-term period (1985-2017). Correlation analysis of data on the chemical composition of water showed multidirectional trends. For calcium ions, chlorides and bicarbonates, in most cases there is an absence of statistically significant trends. For organic substances in terms of BOD5 and petroleum products, decreasing trends prevail. Increasing trends dominate the dynamics of the content of magnesium and sulfate ions in water. In the long-term aspect, the heterogeneity of water quality and the degree of pollution of river waters in the steppe zone of the ER was revealed. It is shown that for most sections of rivers, water quality corresponds to the category "very polluted" (3rd "B" class) or "dirty" (4th class of water quality). The results obtained can be used to manage the quality of water resources and develop environmentally sound water protection measures for rivers in water-scarce areas of the South of the ER.

Key words*:* chemical composition, water quality, steppe zone, rivers of the European part of Russia, trends.

Гидроэкологические проблемы рек степной зоны. В степной зоне Европейской части России (ЕЧР) основной водной артерией является река Дон. Малые и средние реки – важнейшая составляющая единой речной системы бассейна Дона. Большую часть гидрографической сети в бассейне Нижнего Дон занимают малые водотоки, которые в степной зоне являются основными

источниками обеспечения водой населенных пунктов, промышленности и сельскохозяйственного производства. В условиях полузасушливого климата, с малоснежной зимой и продолжительным жарким летом, их экологическое состояние приобретает жизненно важное значение [1]. В среднем «на водосборах малых рек и в их прибрежных зонах сосредоточено около 44% городского и 90% сельского населения региона. Малые и средние водотоки активно эксплуатируются, и они наиболее чутко реагируют на прямые (водозабор, сброс) и косвенные (динамические процессы на водосборной площади) антропогенные воздействия» [2].

Деградация малых и средних рек особенно интенсивно происходила в последние три десятилетия из-за распашки земель до уреза воды, размыва плотин и других перегораживающих сооружений. В результате этого стали исчезать ручейки и родники, подпитывающие малые реки, что в свою очередь привело к заиливанию рек, зарастанию их болотной растительностью, заболачиванию и засолению степных земель, уменьшению стока и ухудшению качества воды [1]. Заиление степных рек может приводить к подъему уровня грунтовых вод и заболачиванию пойм, повышается вероятность затопления в период весеннего половодья или сильного дождевого паводка сел, деревень и городов, пахотных земель. На юге степной зоны заиление малых рек ведет к катастрофическому изменению всей речной экосистемы – нарушается водный режим и развивается процесс опустынивания [2].

В бассейне Нижнего Дона именно устьевая область реки испытывает высокую антропогенную нагрузку за счет высокой концентрации водоемких отраслей хозяйства, что усиливает все перечисленные выше экологические проблемы. Для рек степной зоны ЕЧР остро также стоит проблема загрязнения берегов рек твердыми бытовыми отходами жизнедеятельности человека. «Пластик и различные полимерные материалы разрушаются под действием атмосферных осадков и солнечной радиации, и их микрочастицы попадают в речную сеть и в подземные воды. Таким образом, происходит не только механическое загрязнение береговой линии, но и химическое загрязнение воды рек и ухудшение её качества» [2]. Наблюдаются процессы засоления речных вод и загрязнение соединениями тяжелых металлов, что обусловливает не только снижение качества речных вод, но и деградацию водных экосистем в целом.

В степной зоне ЕЧР в теплый период усиливается процесс эвтрофирования водотоков и водоемов. «Каждое лето мы наблюдаем эффект «цветения» воды при усилении процесса антропогенного эвтрофирования водоёмов, сопровождающийся замором рыб. Массовые заморы рыб в бассейне Нижнего Дона наблюдаются практически каждый год. Наиболее массовые заморы были зафиксированы в реках Тузлов (2007, 2017) и Койсуг (2009, г. Батайск), в прудах в районе г. Новочеркасск (2012), в реках Дон (2013) и Кадамовка (2016), а также в акватории Таганрогского залива (2015) Азовского моря» [2].

Таким образом, все гидроэкологические проблемы рек степной зоны (в бассейне Нижнего Дона) и их последствия тесно связаны, и в конечном итоге они приводят к деградации малых и средних рек. Деградация малых рек – одна из самых острых экологических проблем современности не только в степной зоне ЕЧР, но и в мире в целом. По мнению геоэкологов, главная причина деградации и исчезновения малых водотоков – это экстенсивное природоразрушительное земледелие и нерациональное природопользование на водосборах.

Материалы и методы исследования. Информационной основой данного исследования являются многолетние данные государственного мониторинга состояния и загрязнения поверхностных вод суши, осуществляемого сетевыми подразделениями Росгидромета. Использована многолетняя гидрохимическая (1985-2017 гг.) информация, характеризующая химический состав речных вод в степной зоне ЕЧР. Достоинством многолетних данных системы мониторинга является принцип комплексности и единство методов отбора и анализа проб, постоянство сроков отбора проб речной воды с учетом основных гидрологических периодов, что необходимо для оценки временной изменчивости состояния водных экосистем. Многолетняя режимная информация также характеризуется достаточно широким перечнем показателей химического состава воды.

Для анализа выбраны отдельные участки рек, на которых проводятся регулярные наблюдения: 22 речных участка на 15 реках зоны степей – рр. Самара, Сакмара, Урал, Салмыш, Ток, Большой Иргиз, Чапаевка, Чагра, река Дон и его притоки – рр. Медведица, Бузулук, Хопер, Северский Донец, Калитва и Быстрая.

Для выявления тенденций изменчивости содержания какого-либо химического вещества

в речных водах рассчитаны значения рангового коэффициента корреляции Кендалла между датами отбора проб и измеренными в эти дни концентрациями веществ или ионов. Наличие статистически значимой прямой связи говорит о том, что более старым датам соответствуют более низкие концентрации веществ, при обратной связи более старым датам соответствуют более высокие концентрации [3]. Соответственно, отрицательная величина рангового коэффициента корреляции указывает на постепенное снижение во времени значений концентраций (убывающий тренд), положительная – об их постепенном возрастании (возрастающий тренд).

Учитывая неравномерность сроков отбора проб и внутригодовую вариацию значений концентраций химических веществ, трактовка тесноты связи по линейному коэффициенту корреляции осуществлялась по следующим критериям [3]: $r=1{,}00$ – функциональная связь; $0{,}75 \le r < 1{,}00$ – очень сильная связь; $0{,}50 \le r < 0{,}75$ – связь тесная (сильная); $0{,}25 \le r < 0{,}50$ – связь средняя (умеренная); $0{,}00 \le r < 0{,}25$ – связь слабая.

Значения рангового коэффициента корреляции Кендалла для концентраций главных ионов в речных водах степной зоны ЕЧР приведены в *таблице 1*, для концентраций биогенных и органических веществ – в *таблице 2*.

Тенденции изменчивости концентраций главных ионов в речных водах степной зоны ЕЧР. Анализ изменчивости содержания главных ионов в речных водах степной зоны ЕЧР показал, что для исследуемых участков рек преобладают возрастающие тенденции только по содержанию в воде ионов магния (для 81,8% участков рек) и сульфатов (72,7%), что может быть связано с усилением процессов химической денудации на водосборах. Преобладание убывающих тенденции также выявлено в изменчивости двух показателей – для содержания легкоокисляемых веществ (по $БПК_5$) и нефтепродуктов, что характерно для 63,6% и 100% участков рек соответственно *(таблица 1)*.

Таблица 1

Значения коэффициента корреляции временной изменчивости концентраций главных ионов для участков рек в степной зоне ЕЧР (составлено по [4])

№ п/п	Река	Пункт	Коэффициент корреляции для				
			Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}
1	Самара	г. Бузулук	–	–	-0,16	-0,27	0,13
2	Сакмара	с. Каргала	–	–	–	-0,27	0,28
3	Урал	п. Илек	0,11	–	–	-0,21	0,30
4	Салмыш	с. Буланово	0,22	–	–	–	0,19
5	Ток	с. Ероховка	0,18	–	-0,13	–	0,20
6	Большой Иргиз	г. Пугачев	0,16	–	0,17	0,21	–
7	Чапаевка	г. Чапаевск	0,13	0,13	0,17	0,15	–
8	Чагра	с. Новотулка	–	–	-0,17	0,11	-0,11
9	Дон	г. Серафимович	0,33	-0,17	0,16	0,35	-0,27
10	Медведица	устье	0,26	–	–	0,19	-0,23
11	Бузулук	с. Перевозниково	–	–	–	-0,31	0,19
12	Дон	г. Павловск	0,25	–	–	0,35	–
13	Дон	с. Новая Калитва	0,23	–	–	0,34	–
14	Хопер	устье	0,22	-0,15	–	0,24	-0,30
15	Калитва	с. Раздолье	0,53	0,40	0,59	0,57	0,12
16	Быстрая	х. Апанаскин	0,56	0,52	0,47	0,57	–
17	Дон	г. Волгодонск	0,30	–	–	0,38	–
18	Дон	г. Константиновск	0,29	–	–	0,32	–
19	Дон	г. Семикаракорск	0,41	–	0,14	0,37	–
20	Дон	п. Багаевский	0,33	–	–	0,33	–
21	Дон	ст-ца Раздорская	0,24	-0,11	–	0,21	-0,13
22	Северский Донец	р.п. Усть-Донецкий	0,24	-0,13	–	0,45	–

Примечание: цветом выделены статистически значимые ранговые коэффициенты корреляции при $p<0{,}05$: зеленый цвет означает убывающую тенденцию, розовый – возрастающую, прочерк означает отсутствие статистически значимой тенденции.

Для отдельных компонентов химического состава воды преобладают случаи отсутствия статистически значимого тренда. Это характерно для изменчивости содержания ионов кальция (в 68,2% случаях), хлоридов (59,1%) и гидрокарбонатов (45,5%). Равномерное распределение основных тенденций (возрастающих, убывающих и отсутствие тренда) отмечается в многолетней динамике минеральных форм азота (аммонийного и нитратного азота) и органических веществ (по ХПК) *(таблица 2).*

Следует отметить, что для всех изученных участков рек отмечается снижение содержания нефтепродуктов в воде, что может положительно сказаться на качестве воды в сторону его улучшения. Причем в большинстве случаев обнаруженная статистически значимая связь имеет умеренную силу (r=0,25-0,50), что подтверждает значимость и достоверность выявленной закономерности.

Если проанализировать распределение тенденций для каждого из исследуемых участков рек по количеству обнаруженных тенденций из 10 гидрохимических показателей, то можно их сгруппировать в две группы.

Первую группу составляют участки рек, для которых из 10 гидрохимических показателей в динамике 5-6 показателей выявлены статистически значимые тренды (возрастающие и убывающие). Это характерно для большинства участков рек (54,5%).

Таблица 2

Значения коэффициента корреляции временной изменчивости концентраций биогенных и органических веществ для участков рек степной зоны ЕЧР (составлено по [4])

№ п/п	Река	Пункт	Коэффициент корреляции для				
			N (NH_4^+)	N (NO_3^-)	ОВ ($БПК_5$)	ОВ (ХПК)	НФ
1	Самара	г. Бузулук	-0,18	0,25	-0,31	-0,19	-0,28
2	Сакмара	с. Каргала	–	0,38	-0,27	-0,13	-0,22
3	Урал	п. Илек	–	0,42	-0,33	-0,18	-0,15
4	Салмыш	с. Буланово	-0,16	0,32	-0,24	-0,18	-0,23
5	Ток	с. Ероховка	-0,14	0,31	-0,31	-0,16	-0,18
6	Большой Иргиз	г. Пугачев	–	–	-0,21	0,07	-0,18
7	Чапаевка	г. Чапаевск	–	–	-0,24	–	-0,34
8	Чагра	с. Новотулка	-0,11	–	-0,36	–	-0,35
9	Дон	г. Серафимович	–	0,37	–	–	-0,44
10	Медведица	устье	0,16	–	0,19	–	-0,46
11	Бузулук	с. Перевозниково	0,28	0,19	-0,26	–	-0,31
12	Дон	г. Павловск	-0,29	–	-0,21	-0,24	-0,39
13	Дон	с. Новая Калитва	-0,23	–	-0,20	-0,23	-0,14
14	Хопер	устье	0,24	0,14	0,13	-0,13	-0,53
15	Калитва	с. Раздолье	0,23	–	-0,26	–	-0,45
16	Быстрая	х. Апанаскин	0,37	-0,20	-0,28	–	-0,48
17	Дон	г. Волгодонск	0,42	–	–	0,10	-0,22
18	Дон	г. Константиновск	0,11	-0,45	–	0,19	-0,44
19	Дон	г. Семикаракорск	–	-0,43	–	–	-0,35
20	Дон	п. Багаевский	–	-0,43	–	0,18	-0,43
21	Дон	ст-ца Раздорская	0,16	-0,23	-0,31	–	-0,43
22	Северский Донец	р.п. Усть-Донецкий	0,21	-0,31	0,16	0,19	-0,33

Примечание: цветом выделены статистически значимые ранговые коэффициенты корреляции при p<0,05: зеленый цвет означает убывающую тенденцию, розовый – возрастающую, прочерк означает отсутствие статистически значимой тенденции.

Вторую группу участков рек составили те, у которых в изменчивости химического состава воды выявлено максимальное количество тенденций – по 7-8 (доля таких участков составила 40,9%). С одной стороны, большое количество тенденций может говорить о

происходящей трансформации химического состава воды и об его низкой устойчивости во времени. Но с другой стороны, для некоторых участков рек степной зоны ЕЧР преобладают убывающие тенденции по большинству показателей, что может свидетельствовать об улучшении состояния. Это наблюдается на участках рек Самара, Урал, Салмыш, Ток, нижнего течения р. Дон (ст-ца Раздорская).

Отдельно стоит отметить устьевой участок реки Хопер, в химическом составе воды которого выявлено максимальное количество тенденций (9 из 10 показателей) с преобладанием возрастающих трендов по 5 показателям, а также р. Калитва (с. Раздолье), в химическом составе воды которой выявлено максимальное количество возрастающих тенденций (6 из 8 показателей). Это может быть связано со снижением водности рек в южных районах ЕЧР и влиянием климатических изменений (с увеличением испаряемости, нарушением внутригодового распределения водного стока, ростом температуры и др.).

Таким образом, для речных участков степной зоны ЕЧР корреляционный анализ данных о химическом составе воды показал разнонаправленность тенденций: для ионов кальция, хлоридов и гидрокарбонатов в большинстве случаев наблюдается отсутствие статистически значимых трендов, для органических веществ по $БПК_5$ и нефтепродуктов – убывающие тенденции, а преобладание возрастающих трендов выявлено в изменчивости содержания в воде ионов магния и сульфатов.

Тенденции изменчивости качества воды и степени загрязненности речных вод степной зоны ЕЧР. Оценка изменчивости качества речных вод проведена на основе многолетней гидрохимической информации. Рассмотрены класс качества и степень загрязненности воды исследуемых участков рек в зоне степей с разбивкой информации по пятилетиям (за многолетний период с 1990 по 2015 гг.). Результаты обобщения представлены в *таблице 3*, анализ которых указывает на заметную пространственную неоднородность качества речных вод.

Таблица 3

Пространственно-временная изменчивость качества воды и степени загрязненности речных вод степной зоны ЕЧР (составлено автором по архивным материалам и данным ежегодников «Качество поверхностных вод РФ» [5])

№	Река	Пункт	Степень загрязненности водной среды					Тенденция
			1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009	2010-2015	
1	Самара	г. Бузулук	4 «А, Б»	4 «А, Б»	3 «Б»	4 «А, Б»	3 «Б»	нет
2	Сакмара	с. Каргала	4 «А, Б»	4 «А, Б»	3 «Б»	4 «А, Б»	3 «Б»	нет
3	Урал	п. Илек	4 «А, Б»	4 «А, Б»	3 «Б»	4 «А, Б»	3 «Б»	нет
4	Салмыш	с. Буланово	4 «А, Б»	4 «А, Б»	3 «Б»	4 «А, Б»	3 «Б»	нет
5	Ток	с. Ероховка	4 «А, Б»	4 «А, Б»	3 «Б»	3 «Б»	3 «А»	улучшения
6	Большой Иргиз	г. Пугачев	4 «А, Б»	4 «А, Б»	4 «А, Б»	4 «А, Б»	4 «А, Б»	стабилизация
7	Чапаевка	г. Чапаевск	**5**	**5**	4 «А, Б»	4 «А, Б»	4 «А, Б»	улучшения
8	Чагра	с. Новотулка	4 «А, Б»	4 «А, Б»	4 «А, Б»	4 «А, Б»	4 «А, Б»	стабилизация
9	Дон	г. Серафимович	4 «А, Б»	4 «А, Б»	3 «Б»	3 «Б»	3 «Б»	улучшения
10	Медведица	устье	4 «А, Б»	3 «Б»	3 «Б»	3 «Б»	3 «А»	улучшения
11	Бузулук	с. Перевозниково	4 «А, Б»	3 «Б»	3 «Б»	3 «Б»	3 «А»	улучшения
12	Дон	г. Павловск	4 «А, Б»	3 «Б»	3 «Б»	3 «Б»	3 «Б»	улучшения

№	Река	Пункт	Степень загрязненности водной среды					Тенденция
			1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009	2010-2015	
13	Дон	с. Новая Калитва	4 «А, Б»	м.д.	3 «Б»	3 «Б»	3 «Б»	улучшения
14	Хопер	устье	4 «А, Б»	3 «Б»	м.д.	3 «Б»	3 «Б»	улучшения
15	Калитва	с. Раздолье	4 «А, Б»	4 «А, Б»	3 «Б»	4 «А, Б»	4 «А, Б»	стабилизация
16	Быстрая	х. Апанаскин	4 «А, Б»	4 «А, Б»	3 «Б»	4 «А, Б»	4 «А, Б»	стабилизация
17	Дон	г. Волгодонск	3 «Б»	3 «Б»	3 «Б»	3 «А»	3 «Б»	стабилизация
18	Дон	г. Константиновск	м.д.	3 «Б»	3 «А»	3 «А»	3 «Б»	стабилизация
19	Дон	г. Семикаракорск	4 «А, Б»	4 «А, Б»	3 «Б»	3 «Б»	3 «А»	улучшения
20	Дон	р.п. Багаевский	4 «А, Б»	3 «Б»	3 «Б»	3 «Б»	3 «Б»	улучшения
21	Дон	ст. Раздорская	4 «А, Б»	4 «А, Б»	3 «Б»	4 «А, Б»	3 «Б»	нет
22	Северский Донец	р.п. Усть-Донецкий	4 «А, Б»	4 «А, Б»	4 «А, Б»	4 «А, Б»	4 «А, Б»	стабилизация

Примечание: м.д. – мало данных.

Качество воды и состояние загрязненности участков рек, протекающих в пределах степной зоны ЕЧР, за многолетний период можно характеризовать как:

– стабильно «очень загрязненные» и/или «загрязненные» (3-й класс качества воды) – это участки рек Медведица, Бузулук, Хопер и большинство из числа изученных участков реки Дон;

– стабильно «грязные» (4-й класс качества воды) – это участки рек Большой Иргиз. Чагра, Калитва, Быстра и Северский Донец;

– переходные от «загрязненных» или «очень загрязненных» (3-й класс) к «грязным» (4-й класс качества) и наоборот – это участки рек в северной части степной зоны – рр. Самара, Сакмара, Урал, Салмыш, Ток;

– наиболее загрязненный участок в степной зоне – р. Чапаевка (г. Чапаевск), качество воды на котором характеризовалось в период до 2000 года 5-м классом качества («экстремально грязная»).

Анализ данных о качестве воды показал, что большинство исследуемых участков рек имеют тенденцию к улучшению (45,5%) или стабилизации (31,8%) качества воды и степени загрязненности за многолетний период. Даже на наиболее экологически напряженном речном участке в степной зоне – р. Чапаевка (г. Чапаевск) – отмечена тенденция к улучшению ситуации *(таблица 3)*.

Таким образом, в целом можно отметить пространственно-временную неоднородность качества воды и степени загрязненности речных вод степной зоны ЕЧР, но для большинства исследуемых участков рек качество воды соответствует категории «очень загрязненные» (3 «Б» класс) или «грязные» (4-й класс качества воды).

Заключение

На основе проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Наибольшую антропогенную нагрузку в степной зоне ЕЧР испытывают малые реки, водосборы которых значительно преобразованы. Нерациональное природопользование на водосборах может в конечном итоге привести к деградации малых и средних рек.

2. На основе корреляционного анализа данных о химическом составе воды для речных участков степной зоны ЕЧР выявлена разнонаправленность тенденций: для органических веществ (по $БПК_5$) и нефтепродуктов преобладают убывающие тенденции, для ионов магния и сульфатов – возрастающие, а для ионов кальция, хлоридов и гидрокарбонатов в большинстве случаев наблюдается отсутствие статистически значимых трендов.

3. Анализ многолетних данных комплексной оценки качества речных вод показал, что наблюдается пространственно-временная неоднородность качества воды и степени ее

загрязненности в степной зоны ЕЧР. Для большинства исследуемых участков рек качество воды соответствует 3-му классу разряд «Б» («очень загрязненные» воды) или 4-му классу качества («грязные» воды).

Полученные результаты по изучения тенденций изменчивости химического состава и качества воды рек степной зоны ЕЧР в дальнейшем могут быть использованы для управления качеством водных ресурсов, разработки региональных критериев оценки современного качества воды и экологически обоснованных водоохранных мероприятий, направленных на сохранение и восстановление естественного функционирования речных систем, особенно в вододефицитных районах Юга России.

Список литературы

1. Шемет С.Ф., Павлюкова Е.Д., Кривошей В.И. Экологическое состояние малых рек Ростовской области // Рациональное использование природных ресурсов: специфика и экономические условия формирования: Материалы науч.-практ. конф. / Е.Г. Мещанинова (отв. ред.). Новочеркасск: Издательство: «НОК», 2015. С. 127-131.

2. Решетняк О.С., Решетняк А.Н. Гидроэкологические проблемы водных объектов в бассейне Нижнего Дона // Глобальные и региональные аспекты устойчивого развития: современные реалии: Сб. материалов Всеросс. науч.-практ. конф. (Грозный, 23-24 октября 2020 г.). Грозный: изд-во ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет», 2020. С. 135-137.

3. Решетняк О.С., Кондакова М.Ю., Даниленко А.О., Косменко Л.С., Решетняк В.Н. Тенденции изменчивости химического состава речных вод Европейской части арктической зоны России // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2019. № 1. С. 86-94.

4. Разработка научно-методических основ выявления фоновых концентраций химических веществ и гидрогеохимических аномалий в речных водах ЕТР с учетом специфики природно-территориальных комплексов, а также антропогенного воздействия: отчет о НИР (этап 1) (промежут.) / Гидрохимический институт; рук. Л.И. Минина; исполн.: Л.С. Косменко [и др.]. Ростов-на-Дону, 2016. 331 с. Гос. регистрация № АААА-Б16-216060770020-3.

5. Сайт Гидрохимического института / Ежегодники «Качество поверхностных вод РФ». URL: https://gidrohim.com (дата обращения: 17.01.2024).

УДК 631.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1090-1097

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА СОПРЯЖЕННЫХ ПОЧВ НИЗКОГОРИЙ В ПОДЗОНЕ СУХОЙ СТЕПИ (ЕРЕЙМЕНТАУ, КАЗАХСТАН)

FEATURES OF FORMATION AND SOME PROPERTIES OF CONNECTED SOILS OF LOW MOUNTAINS IN THE DRY STEPPE SUBZONE (EREYMENTAU, KAZAKHSTAN)

Родикова А.В.
Rodikova A.V.

Томский государственный университет, Томск, Россия
Tomsk State University, Tomsk, Russia

E-mail: rodikovaav@mail.ru

Аннотация. На примере зональной катены рассмотрены особенности формирования, морфология и некоторые свойства почв северной оконечности Ерейментауского низкогорного массива. Сопряженный ряд включает в себя неполноразвитый чернозем, луговато-черноземную и торфяно-глеевую почвы. Отмечено, что подобный вариант зональной катены не является единственным для исследуемой территории, но уникален в связи с формированием почв тальвега под реликтовым лесом и под сильным влиянием на гетерономные позиции внутрипочвенного стока, который выклинивается на поверхность ключами. Почвы тальвега, таким образом, обильно увлажнены, формируются под нехарактерной для зоны степей растительностью, что определяет особенности их свойств: сильнокислую реакцию среды и оторфованность верхнего горизонта, отсутствие карбонатов.

Ключевые слова: степные почвы, морфология, сопряжение, свойства почв.

Abstract. Using the example of a zonal catena, the formation features, morphology and some properties of soils at the northern part of the Ereymentau low-mountain massif are considered. The conjugate series includes underdeveloped chernozem, meadow-chernozem and peat-gley soils. It is noted that this variant of the zonal catena is not the only one for the study area, but is special in connection with the formation of thalweg soils under relict forest and under the strong influence on of intrasoil runoff, which wedges out to the surface. The thalweg soils are thus abundantly moist and are formed under vegetation uncharacteristic for the steppe zone, which determines the peculiarities of their properties: a strongly acidic reaction of the horizonts and peaty upper horizon, the absence of carbonates.

Key words: steppe soils, morphology, conjugation, soil properties.

Введение. Степные почвы Центрального Казахстана изучены достаточно хорошо, опубликовано множество работ, посвященных объектам целины, активно осваиваемой в середине прошлого века. Однако, основное внимание авторами уделялось массивам, активно вовлекаемым в сельскохозяйственное использование, при этом «неудобные» земли контрастных форм рельефа затронуты, как правило, вскользь [1-3]. На исследуемой территории Ерейментауского низкогорного массива (син. – горы Ерментау [4], Нияз-Ерментау [3]) кроме горных вариантов черноземов особый интерес для изучения представляют почвы небольших островков реликтовых бореальных лесов – черноольшаников (син. – ольсов, ольховников). Они встречаются небольшими участками в значительном отрыве от основного ареала черной ольхи. В литературе опубликованы сведения о подобных природных системах для Баянаульского горнолесного массива, где они наиболее обильны [5], горы Ерейментау при этом не затронуты описанием. Формирование почв под ольсами происходит при условии постоянного избыточного увлажнения, что связано с выклиниванием на поверхность пресных водоносных слоев, стекающих с возвышенностей и питающих ключи круглогодично. Ареал распространения влаги внутрипочвенного стока при этом затрагивает не только земли, окружающие родники, но и примыкающие к подчиненным позициям участки, что актуализирует изучение почв в их естественном сопряжении.

Горы Ерейментау в целом, и в том числе изучаемая территория, относятся к Экибастуз-Карагандинской провинции, которая занимает северо-восточную часть Центральноказахстанской физико-географической страны. Возвышенность образует орографический барьер на пути западного переноса воздушных масс, в результате чего

формируются ландшафты низкогорного черноземно-степного высотного пояса в подзоне сухой степи [3].

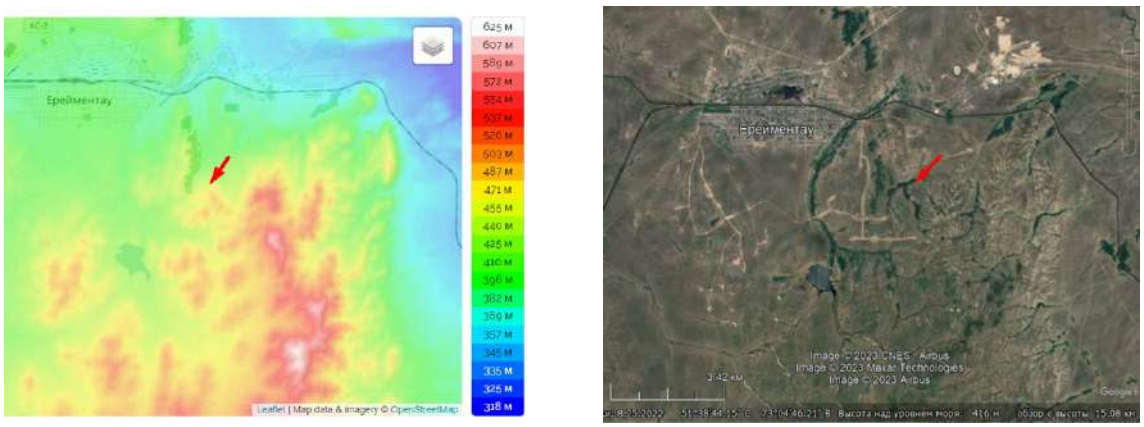
Климат по ст. Ерейментау, согласно данным агрометеорологического справочника [6], континентальный слабо влажный и умеренно теплый (индекс Горчинского =54,2; годовой размах температур 34,3ºС, К=0,8-1,0; Σ_{t10}=2358ºС). Среднегодовое количество осадков около 380 мм с максимальными значениями с мая по июль. Часты ветра. Метели по ст. Ерейментау случаются более 39 суток в год, до 68; пыльные бури от 12 до 6 суток в год. Средняя месячная скорость ветра в январе-феврале около 6,7 м/с, среднегодовая – 5,1 м/с; максимальная скорость ветра 28 м/с и при порывах до 34 м/с, что способствует процессам латерального перераспределения снежных масс и мелкозема, образуя локальные участки их выдувания и аккумуляции. Средняя месячная температура января -14,4ºС, июля +19,9 ºС, годовая +3ºС. Средняя высота снежного покрова в январе-феврале составляет 26-34 см. Глубина промерзания почвы – от 40-50 см до 1,5-2,0 м. В связи с малым количеством осадков зимой, а также в засушливые годы процессы замерзания-оттаивания и иссушения приводят к образованию достаточно крупных трещин *(рисунок 1)*.



Рисунок 1. Трещины дневного горизонта степных почв, окрестности г. Ерейментау, июль 2023 г. (Фото А.В. Родиковой).

Неоднократные перераспределения суши и моря, изменения климата, интенсивная вулканическая деятельность обусловили большое разнообразие пород по генезису и петрографическому составу, служащих в качестве материнского субстрата. В целом, в пределах Экибастуз-Карагандинской провинции преобладает маломощная известковисто-обломочная кора выветривания, и лишь у подножия гор местами сформированы облессованные суглинистые и защебненные шлейфы [3].

Объекты и методы. Для понимания генезиса почв зонального сопряжения, и, в особой степени интересных, – почв ольховников, сформированных в подчиненных позициях рельефа, необходимо рассматривать их в связке с почвами транзитных и элювиальных ландшафтов. Объектами исследования послужили находящиеся в сопряжении: торфяно-болотная низинная (торфяно-глеезем) (разрез 1), луговато-черноземная (чернозем глинисто-иллювиальный) (разрез 2) и неполноразвитый чернозем (литозем темногумусовый) (разрез 3), заложенные на территории северной оконечности Ерейментауского горного массива, от аккумулятивной позиции (тальвег, заросший черноольховым лесом) до вершины небольшого водораздела *(рисунки 2, 3)*. Названия почвам даны согласно классификациям 1977 и 2004 года, используемым на территории РФ.



а б

Рисунок 2. Примерное местоположение изучаемой территории на фрагментах карты высот (а) и спутникового снимка (б) [7, 8] (стрелкой обозначено примерное месторасположение изучаемой территории).

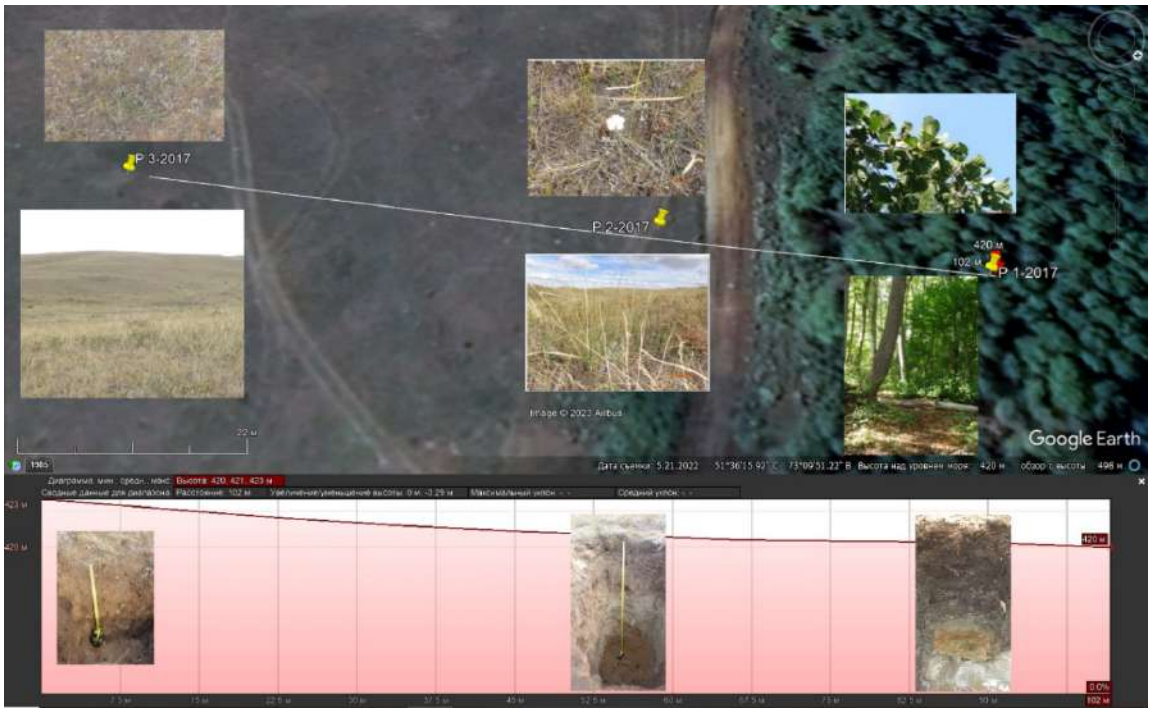


Рисунок 3. Исследуемые объекты на геоморфологическом профиле.

Полевое изучение и описание объектов произведено согласно классическим приемам и методическим руководствам, принятым в РФ [9]. Почвы исследовались согласно общепринятым в почвоведении методам и методикам [10-13]. Общее содержание гумуса – методом мокрого сжигания по Тюрину. Потеря при прокаливании – нагреванием почвы до 900ºС. Определение pH водной и солевой вытяжки выполнено потенциометрическим методом с помощью pH-метра SavenMulti при отношении почвы к раствору 1:2,5 для минеральных и 1:25 для торфяных горизонтов почв. Определение карбонатов – методом Шейблера. Гранулометрический состав определен методом пипетки с предварительным разрушением солей угольной кислоты в карбонатных почвах (по Качинскому), и с использованием в качестве пептизатора пирофосфата – в некарбонатной. Обменные катионы – комплексонометрическим методом Тюрина.

Результаты и обсуждение. Вариант зональной катены изучаемой территории не единственный, но достаточно уникален и состоит из ряда почв, начинающегося с вершины небольшого водораздела и заканчивающегося на линии тальвега. Как правило, в степях по тальвегам формируются луговые почвы, лугово-черноземные, стратифицированные [14]. В изучаемом же сопряжении присутствуют степные почвы условно автономной и транзитной позиций и почвы, аккумулятивного ландшафта, формирующиеся под реликтовой

растительностью, не характерной для окружающих пространств. Подобная связь определяет генетическую общность описываемых природных систем и одновременно делает их особенными в их единстве. Если степные варианты почв традиционно можно отнести к черноземным, то торфяно-глеевая, постоянно подпитывающаяся выклинивающимися пресными водами, стекающими с гор, отмыта от карбонатов, имеет кислую реакцию среды и оторфована. Однако есть и общие элементы морфологического облика между этими объектами: например, это прослеживается в наличии схожего делювиального материала глубинных горизонтов второго и третьего разрезов: по окраске, по наличию и обилию литоморфов (см. описание профилей далее). Как и любые горные почвы все три характеризуются небольшой мощностью и значительным содержанием грубообломочного материала.

С описанием профилей, особенностями их морфологии и некоторых свойств можно ознакомиться в материале, представленном далее.

Торфяно-болотная низинная (торфяно-глеезем) (разрез 1) *(рисунок 4)*

Координаты С 51°31′0″ В 73°7′27″

Тальвег. Лесной массив. Неподалеку от разреза выклинивается пресноводный родник.

Глубина разреза около 145 см.

Мощность органогенного горизонта около 87 см.

Особенности: Бескарбонатная. Верхняя часть профиля оторфована, нижняя – минеральная, оглеена, липкая, пластичная, бесструктурная, подстилается ярко рыжим делювием, в котором содержится значительное количество литоморфов обломочного характера.

Капиллярная кайма с (30) 40-50 см. Разрез постепенно заполняется водой, близко грунтовые воды.

Растительность. Древесная: ольховый лес (чёрная ольха) с примесью березы и осины по периферии. Диаметр стволов около 30-40 см. Сомкнутость крон около 70-80%. Редко встречается черемуха. Лес сумрачный, влажный и прохладный (по сравнению с березовыми колками). При переходе от леса к степи – полоса кустарников (ширина около 3 м). Травянистая: травяной покров очень разрежен, угнетен (ПП около 20%). Представители: костяника, повелика и др.

Антропогенная деятельность: выпас/прогон скота, интенсивная рекреация. Недалеко расположен населенный пункт, поэтому повсюду следы и помет животных (кони, КРС, овцы, козы). Место, часто посещаемое людьми.

Формула профиля: Т – ААпер – ABg_{Fe} – G – CDg_{Fe}

Некоторые особенности состава и свойств: Потеря при прокаливании верхних горизонтов составляет: Т – 61,7% и ААпер – 22,0%, что позволило идентифицировать их как торфяной – первый, и, находящийся на рубеже между перегнойным и темногумусовым, – второй. В остальной части профиля ППП изменяется с глубиной в пределах от 7,8% до 3,9%. Актуальная кислотность (pHводн.) изменяется от сильнокислой (4,4 ед) в горизонте Т до слабокислой (6,0 ед) в глубинном (согласно градациям, приведенным в [10]). pH_{KCl} 3,9-5,1 ед.



Рисунок 4. Торфяно-болотная низинная (торфяно-глеезем) (разрез 1) (Фото А.В. Родиковой).

Морфологическое описание профиля:

Т (0-10 см) Однородный, темно-серый с бурым оттенком. Не вскипает. Корни древесной растительности до 1,5 см (30-50%). Влажный, мажущийся. Рыхлый. Переход в следующий горизонт неясный по степени разложения почвенного органического вещества. Граница волнистая.

ААпер (11-30 см) Однородный, темно-серый с бурым оттенком. Не вскипает. Структура неясно-комковатая, в основной массе – бесструктурный. Рыхлый. Мажущийся, влажный. больше минеральной части. Корни древесной растительности до 1,5 см (20-30 %). Переход в следующий горизонт по плотности. Граница волнистая.

AB_{gFe} (31-87 см) Темно-серый с сизым оттенком, в нижней части охристые пятна. Не вскипает. Бесструктурный. Тяжелосуглинистый. Плотный. Литоморфы до 3 мм (5-7%). Влажный, в верхней части сырой, в нижней – мокрый, мажущийся, липкий, пластичный. Медленно сочится вода. Переход в следующий горизонт ясный по окраске, влажности и количеству литоморфов. Граница языковатая, затечная, местами – слабоволнистая.

G (88-110 см) Неоднородный светло-сизый, со светло-охристыми и темно-серыми пятнами. Не вскипает. Литоморфы до 3 мм (10-12%). Встречаются растительный остатки слабой степени разложения до 2 мм (2%). Бесструктурный. Тяжелосуглинистый. Мокрый. Липкий, пластичный. Переход в следующий горизонт ясный по окраске. Граница волнистая.

CD_{gFe} (111-… см) Неоднородный, светло-охристый с участками светло-сизого цвета. Встречаются серые пятна. Не вскипает. Среднесуглинистый. Мокрый, липкий, пластичный. Литоморфы до 2 см (70-80%).

Луговато-черноземная (чернозем глинисто-иллювиальный) (разрез 2) *(рисунок 5)*

Примерно 50-60 м на юго-восток от разреза 1.

Нижняя часть степного склона небольшого водораздела, северо-западная экспозиция. Угол склона около 5 градусов. Форма склона – ровная.

Глубина разреза около 100 см.

Мощность гумусового горизонта около 40 см.

Особенности: карбонаты примерно с 40 см, рыхлые скопления; в верхней части профиля – единичные корочки на литоморфах; в нижней части профиля в полевых условиях видимого вскипания не зафиксировано; в лабораторных условиях обнаружена слабая локальная реакция на соляную кислоту.

С глубиной постепенно увеличивается влажность горизонтов; пакеты с образцами из средней и нижней частей профиля через время при хранении «потеют» изнутри.

Средняя часть профиля слегка тяжелее по гранулометрическому составу.

Нижняя часть профиля сложена рыжим делювиальным материалом, идентичным вскрытому в нижней части профиля разреза 1, также с обильными литоморфами обломочного характера. В целом, весь профиль содержит значительное количество щебня.

Растительность. Травянистая, степная с редкими представителями разнотравья. Преобладает ковыль, присутствует полынь сизая, подорожник, тысячелистник, клубника, редко – гвоздика. Проективное покрытие около 80-90%.

Антропогенная деятельность: антропогенная нагрузка невысокая. Редко встречаются следы КРС. В некоторой близости от разреза – противопожарная вспаханная полоса, протягивающаяся вокруг лесного массива.

Формула профиля: A – A' – ABk – BDk – CDk

Некоторые особенности состава и свойств: Реакция среды $pH_{вод.}$ составляет 7,4-7,8 ед. (нейтральная и близкая к слабощелочной). Количество гумуса в поверхностном горизонте небольшое: 3,4%. Максимальное содержание карбонатов характерно для срединной части профиля, и приурочено к глубине 50-60 см: 4,9 % CO_2, что характерно для степных черноземов. Возможно именно эта глубина является границей, в пределах которой находящиеся в почвенном растворе соли угольной кислоты выпадают в осадок. В выше- и нижележащих горизонтах CO_2 менее 0,7%. Кроме того, возможно подточное (по склону) внутрипочвенное увлажнение профиля, что, вероятно способствует его промыванию пресными водами, стекающими с гор. Среди обменных катионов значительно превалирует кальций (29,0-31,8 мг*экв/100 г почвы) над магнием (0,8-12,2 мг*экв/100 г почвы).



Рисунок 5. Луговато-черноземная (чернозем глинисто-иллювиальный) (разрез 2) (Фото А.В. Родиковой).

Морфологическое описание профиля.

А (0-3 см) Однородный, темно-серый. Не вскипает. Рыхлый, густо переплетен корнями до 2 мм (20%). Сухой. Комковато-пылеватый. Легкосуглинистый.

А' (3-40 см) Однородный, темно-серый. Слабое вскипание: на литоморфах небольшие карбонатные корочки, мелкозем не вскипает. Комковато-пылеватый. Тяжелосуглинистый. Корней заметно меньше. Литоморфы до 10 см (10-15%). Плотный. Сухой. Переход в следующий горизонт заметный, по окраске, формам карбонатов, влажности. Граница слабоволнистая.

АВk (40-68 см) Окраска неоднородная, пепельно-серая с палевым оттенком, бурыми и белесыми пятнами карбонатов, псевдомицелий (слаборазличим), рыжими включениями (литоморфы). Вскипает. Литоморфы до 5 см (20%) с карбонатными корочками. Корни до 2 мм (5%). Свежий. Мелкокомковато-пылеватый. Тяжелосуглинистый. Переход в следующий горизонт ясный – по обилию литоморфов, окраске, влажности.

ВDk (68-80 см) Окраска неоднородная, переслаивается красновато-коричневый мелкозем и рыжеватый мелкозем с обильными включениями мелкого рыжего и сероватого щебня (до 80% до 2 см). Вскипает не интенсивно, тонкие карбонатные корочки на литоморфах. Корни до 2 мм (3%). Легкосуглинистый. Свежий, слегка более влажный, чем предыдущий. Переход в следующий горизонт ясный – по окраске и размеру литоморфов. Граница волнистая с заклинком из нижележащего горизонта.

СDk (80-100 см) Однородный, рыжий. Вскипает слабо (локально). Мелкокомковатый. Легкосуглинистый. Литоморфы до 7-8 см (80%). Ощутимо влажный.

Неполноразвитый чернозем (литозем темногумусовый) (разрез 3) *(рисунок 6)*

Примерно 50-60 м на юго-восток от разреза 2.

Вершина небольшого водораздела, небольшой уклон.

Глубина разреза около 35 см.

Мощность гумусового горизонта около 17 (20) см.

Особенности: карбонаты с 25 см, мучнистая форма и корочки на литоморфах.

Профиль содержит значительное количество щебня (30-60%).

Растительность. Травянистая, степная. Преобладает ковыль, присутствуют также типчак, чабрец, карагана, синеголовник, на литоморфах – лишайники. Проективное покрытие около 40%.

Антропогенная деятельность: антропогенная нагрузка невысокая. Редко встречаются следы КРС; в поле зрения – битое стекло.

Формула профиля: A – BDk

Некоторые особенности состава и свойств: Реакция среды ($pH_{водн}$) составляет 6,6-7,7 ед. (близкая к нейтральной и близкая к слабощелочной). Количество гумуса в поверхностном горизонте составляет около 3,5%, при этом ППП за счет значительного количества корней достигает 14,5%. Максимальное содержание карбонатов характерно для нижней части профиля, и приурочено к глубине 25-35 см: 5,6 % CO_2, что связано, скорее всего с карбонатностью материнских пород. Наличие карбонатных корок на щебне скорее всего связано с конденсацией почвенной влаги на нижней поверхности включений с последующим выпадением в осадок солей угольной кислоты. Среди обменных катионов значительно превалирует кальций (25,4-27,2 мг*экв/100 г почвы) над магнием (0,8-5,0 мг*экв/100 г почвы).

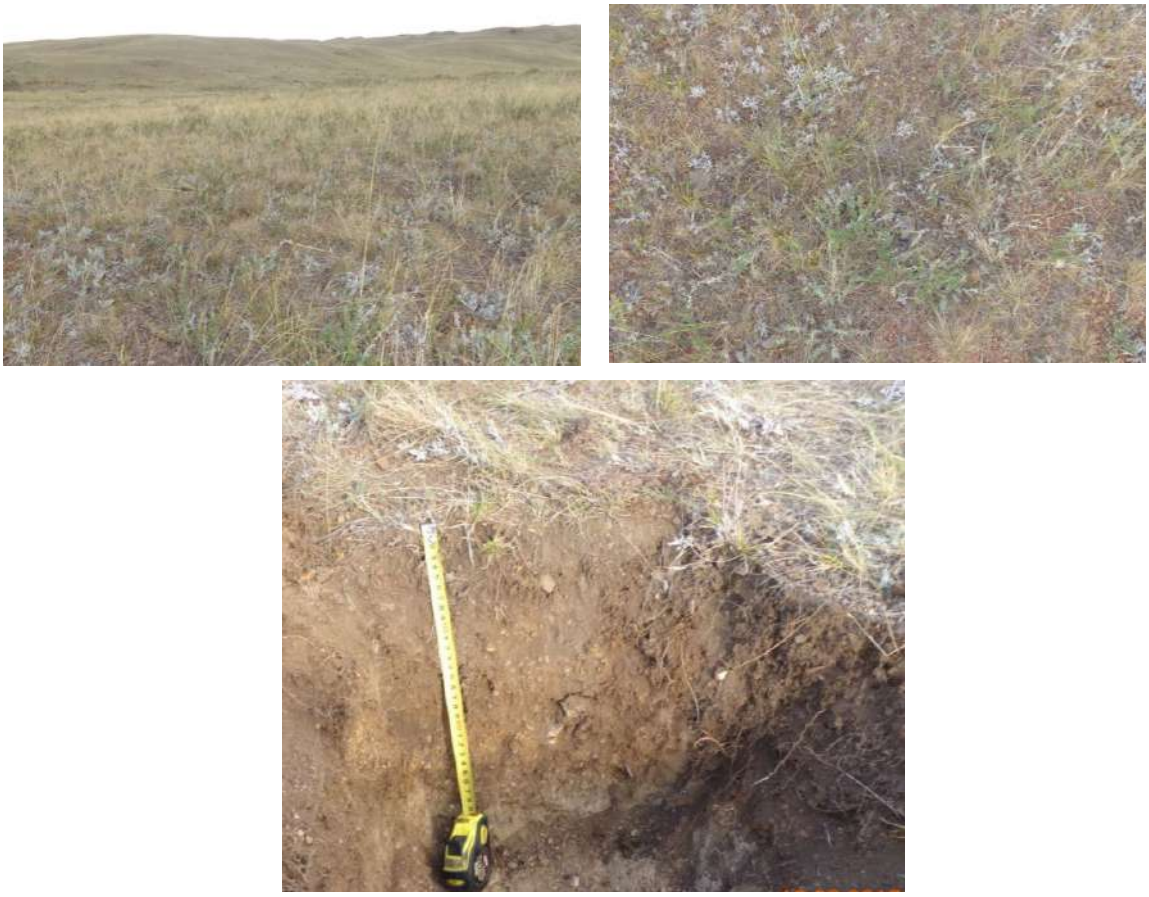


Рисунок 6. Неполноразвитый чернозем (литозем темногумусовый) (разрез 3) (Фото А.В. Родиковой).

Морфологическое описание профиля.

A (0-2 см) Однородный, темно-серый. Не вскипает. Литоморфы до 2-3 см (30%). Пылеватый. Супесчаный. Корни до 2 мм (50%). Рыхлый. Сухой. Переход заметный по плотности, обилию корневой системы, окраске, количеству литоморфов. Граница волнистая.

A' (2-15 (23)) Однородный, темно-серый с буроватым оттенком. Не вскипает. Пылеватый. Среднесуглинистый. Литоморфы до 2 см (15%). Корни до 1 см (30-40%). Сухой. Переход по наличию карбонатов, плотности, обилию литоморфов, окраске постепенный.

BDk (23-35) Окраска неоднородная, палевая с белесыми пятнами и корочками на включениях. Небольшое количество засыпавшегося материала из верхних горизонтов.

Литоморфы до 3 см (50-60%). Вскипает достаточно интенсивно, мучнистые карбонаты, корочки на литоморфах. Мелкокомковато-пылеватый. Легкосуглинистый. Сухой.

Заключение. На исследуемой территории в течение длительного времени сформированы ценнейшие природные системы, удивительный аборигенный мир, относящийся к объектам большой научной и рекреационной ценности. И каждый компонент этого мира, в том числе – почвы, нуждаются в тщательном изучении и сохранении.

Благодарности. *Автор благодарит отца Виктора Павловича Бахмата и брата Владимира Викторовича Бахмата без поддержки и помощи которых не мог бы быть реализован полевой этап работ. Хотелось бы также поблагодарить работников лесхоза г. Ерейментау, давших разрешение на натурные исследования почв в лесном массиве. Важный вклад в лабораторно-аналитическое изучение образцов, кроме того, был сделан студенткой кафедры почвоведения и экологии почв БИ ТГУ Полиной Шевелевой.*

Список литературы

1. Редков В.В. Почвы Целиноградской области / Почвы Казахской ССР: монография в 16 вып. Алма-Ата: Изд-во «Наука», 1964. Вып. 5. 122 с.

2. Султанбаева У.М., Грабаров П.Г. Содержание важнейших микроэлементов в почвах Кустанайской и Целиноградской областей / Почвенные исследования в Казахстане: сб. работ к VIII Международному конгрессу почвоведов. Алма-Ата: АН СССР; Ин-т почвоведения, 1964. С. 159-172.

3. Николаев В.А. Ландшафты азиатских степей. М.: Изд-во МГУ, 1999. 288 с.

4. Прядко Г.Ф. Ерментау. Алма-Ата: Кайнар, 1987. 176 с.

5. Горчаковский П.Л. Лесные оазисы Казахского мелкосопочника. М.: Наука, 1987. 160 с.

6. Топографическая карта. Астана / topografhic-map.com: сайт. URL: https://clck.ru/36ksED (дата обращения: 24.11.2023).

7. Агроклиматические ресурсы Акмолинской области: научно-прикладной справочник / Под ред. С.С. Байшоланова. Астана, 2017. 133 с.

8. Google Earth Pro: приложение.

9. Базовые шкалы свойств морфологических элементов почв. Методическое руководство по описанию почв в поле / Сост. Э.А. Корнблюм и др.; общ. ред. М.А. Глазовская и Э.А. Корнблюм. М.: Б.и., 1982. 59 с.

10. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 487 с.

11. Воробьева Л.А. Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.

12. Теории и методы физики почв / ред. Е.В. Шеин, Л.О. Карпачевский. М.: Изд-во «Гриф и К», 2007. 616 с.

13. Агрохимические методы исследования почв / Отв. ред. А.В. Соколов. М.: Наука, 1975. 656 с.

14. Каллас Е.В. Гумусовые профили почв озерных котловин Чулымо-Енисейской впадины. Новосибирск: Изд-во «Гуманитарные технологии». 2004. 170 с.

УДК 528.88
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1098-1104

ОЦЕНКА СЕЗОННЫХ И МЕЖГОДОВЫХ ВАРИАЦИЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ ПО МОДЕЛИ FLDAS И СВЯЗЬ ВАРИАЦИЙ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ НА ПРИМЕРЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД 2000-2023 ГГ.

ASSESSMENT OF SEASONAL AND INTERANNUAL VARIATIONS IN SOIL MOISTURE USING THE FLDAS MODEL AND THE RELATIONSHIP OF VARIATIONS WITH CLIMATIC CHANGES ON THE EXAMPLE OF THE ORENBURG REGION FOR THE PERIOD 2000-2023

Родионова Н.В.
Rodionova N.V.

Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Фрязинский филиал, Фрязино, Московская область, Россия
Institute of Radioengineering and Electronics, RAS, Fryazino, Moscow region, Russia

E-mail: rnv1948123@yandex.ru

Аннотация. В работе определены сезонные и межгодовые вариации влажности верхнего слоя почвы, определенной по модели FLDAS, и связь вариаций с климатическими изменениями для четырех участков в Оренбургской области за период 2000-2023 гг.: в Курманаевском районе, Соль-Илецком, участке «Буртинской степи», Домбаровском районе. Климатические изменения определяются по гидротермическому коэффициенту Селянинова (ГТК) за вегетационный период май-сентябрь. Отрицательный тренд суммы осадков RR (май-сентябрь) при незначительных вариациях суммы среднесуточных температур Та за 2000-2013 гг. привели к снижению за последние 10 лет среднего значения RR и ГТК в 1,65 раз в сравнении с периодом 2000-2013 гг., что свидетельствует об ухудшении влагообеспеченности территорий. Показана тесная связь между значениями влажности почвы (ВП) по модели FLDAS и наземными измерениями ВП (коэффициент корреляции больше 0,7). Тренд межгодовых значений ВП сходен с трендом ГТК и RR от умеренной до тесной связи между метеоданными и ВП. Направление тренда поменялось с отрицательного (2000-2013 гг.) на слабо положительное за последние 10 лет. Абсолютный минимум межгодовых значений ВП по модели FLDAS принадлежит 2010 году, как и для ГТК и RR. Для Курманаевского района отмечены наибольшие межгодовые значения ГТК, RR, ВП и наименьшие Та. Тесная связь между ГТК и ВП позволила построить регрессионное соотношение зависимости ВП от метеоданных.

Ключевые слова: гидротермический коэффициент Селянинова, влажность почвы, модель FLDAS, межгодовые вариации, корреляция, тренд.

Abstract. The paper identifies seasonal and interannual variations in the upper layer soil moisture content, determined by the FLDAS model, and the relationship of variations with climatic changes for four sites in the Orenburg region: in the Kurmanaevsky district, Sol-Iletsky, the Burtinskaya Steppe site, Dombarovsky district, for the period 2000-2023. Climatic changes are determined by the Selyaninov hydrothermal coefficient (HTC) for the growing season May-September. The negative trend in the amount of precipitation RR (May-September) with minor variations in the sum of average daily temperatures for 2000-2013 led to a decrease in the average value of RR and HTC by 1.65 times over the past 10 years compared to the period 2000-2013, which indicates a deterioration in the moisture supply of territories. It is shown a close relationship between the values of soil moisture (sm) according to the FLDAS model and ground measurements (the correlation coefficient is greater than 0.7). The trend of interannual values of sm is similar to the trend of HTC and RR with a moderate to close correlation between meteorological data and sm. The trend direction has changed from negative (2000-2013) to slightly positive over the past 10 years. The absolute minimum of the interannual values of the sm according to the FLDAS model belongs to 2010, as well as for the HTC and RR. The highest interannual values of HTC, RR, sm and the lowest Ta belong to Kurmanayevsky district. The close relationship between the HTC and the sm allowed to build a regression relationship of sm dependence on meteorological data.

Key words: Selyaninov hydrothermal coefficient, soil moisture, FLDAS model, interannual variations, correlation, trend.

В данной работе на примере нескольких районов Оренбургской области прослеживается динамика сезонных и межгодовых изменений влажности верхнего слоя почвы, определяемой по модели FLDAS, и связь этих изменений с вариациями климатических условий за период 2000-2023 гг.

Климатические условия в районе исследования

В качестве исследуемых территорий были выбраны четыре района Оренбургской области *(рисунок 1, отмечены красной звездочкой):* Курманаевский район в западной части Оренбургской области с обширными площадями, занятыми посевами яровой пшеницы; Соль-Илецкий район в южной части Оренбургской области, известный обширными арбузными полями; Буртинская степь, являющаяся частью заповедника “Оренбургский”, находящаяся в юго-восточной части Беляевского района; Домбаровский район в юго-восточной части Оренбургской области с посевами яровой пшеницы, подсолнечника (https:// сельхозпортал.рф/analiz-posevnyh-ploshhadej/?region_id=2246).

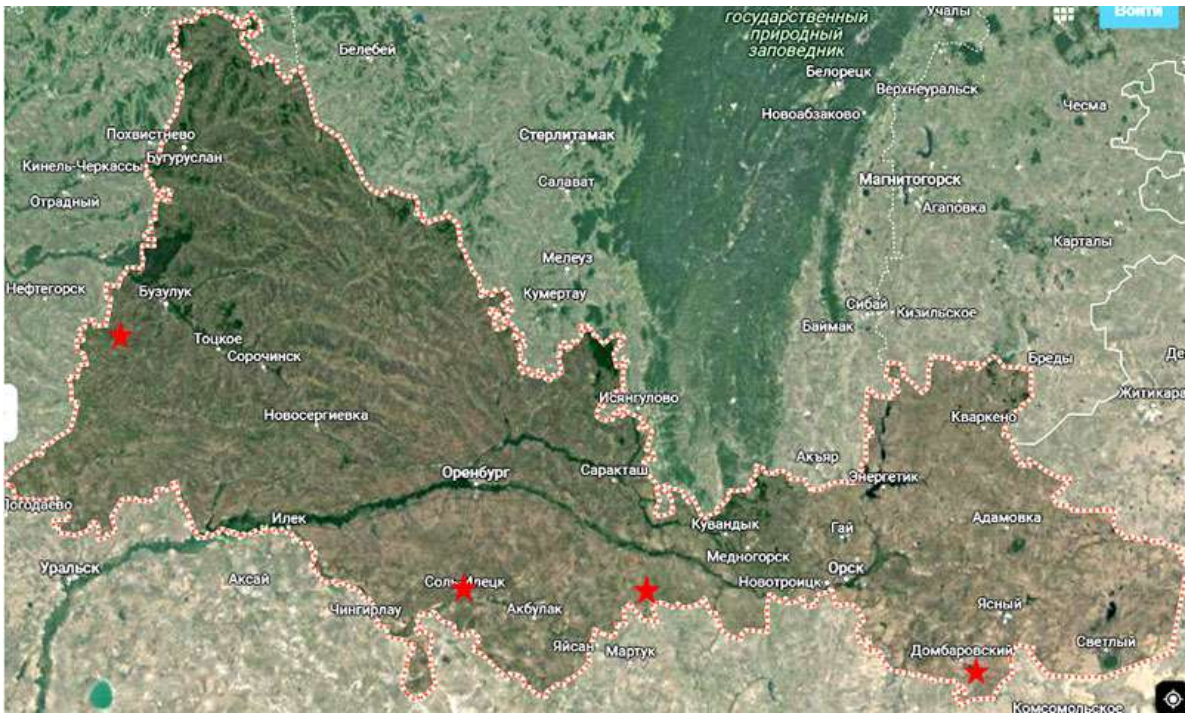


Рисунок 1. Оренбургская область с исследуемыми районами.

Климат Оренбуржья резко континентальный с большой амплитудой колебаний средних температур воздуха, с дефицитом атмосферных осадков. Около 60-70 % годового количества осадков приходится на тёплый период.

Наиболее часто используемым количественным показателем климата является гидротермический коэффициент Селянинова [1, 2], являющийся критерием влагообеспеченности территории. По ГТК определяется оценка засушливости климата. Определяется ГТК так: ГТК=10*ΣRR/ΣTa, где ΣRR – сумма осадков за вегетационный период (период со среднесуточными температурами воздуха больше 10°С), ΣTa – сумма среднесуточных температур за этот же период. На *рисунке 2* (левый ряд) приведены графики значений ГТК, суммы осадков и температур (май-сентябрь) за 2005-2023 гг. по метеоданным станций Бузулук (WMO ID 28909) (для Курманаевского района), Соль-Илецк (ID 35120) (для Соль-Илецкого района), Оренбург (ID 35121) (для участка Буртинской степи), Орск (ID 35138) (для Домбаровского района). Для периода 2005-2023 гг. тренды значений ГТК, RR и Ta (кроме Оренбурга, где тренд Ta положительный) отрицательные. Однако, за последние 10 лет направление тренда для ГТК и RR поменялось на положительное. Для Ta с 2014 года направление тренда сохранилось для всех станций, кроме Орска, где нет тренда Ta. На *рисунке 2* (правый ряд) показаны гистограммы межгодовых значений ГТК, RR и Ta, усредненных за два временных периода: 2005-2013 гг. и за последние десять лет: 2014-2023 гг. Среднее межгодовое значение RR (май-сентябрь) за последние 10 лет уменьшилось в 1,65 раз для Бузулука, Оренбурга, Соль-Илецка и в 1,76 раз для Орска. Средние межгодовые значения за оба временных периода для Ta практически не менялись. В результате средние межгодовые значения ГТК за последние 10 лет уменьшились так же, как и RR, что свидетельствует об ухудшении влагообеспеченности территории.



Рисунок 2. Графики межгодовых значений ГТК, RR и Та по данным метеостанций в исследуемых районах за 2005-2023 гг. (левый ряд); гистограммы средних межгодовых значений и СКО для ГТК, RR и Та за 2005-2013 гг. и 2014-2023 гг. (правый ряд).

По метеоданным в наилучшем положении находится Курманаевский район – больше осадков, меньше суммарная температура за вегетационный период, и в результате наибольший ГТК практически за весь период 2005-2023 гг. Минимальные значения ГТК и RR приходятся на 2010 и 2014 гг., и максимальные значения Та на 2010, 2012 и 2021 гг. Ниже будет показано, как эти климатические экстремумы отразились на влажности верхнего слоя почвы.

Определение влажности почвы по модели FLDAS. Корреляция с наземными измерениями влажности почвы

В данной работе оценка влажности верхнего слоя почвы сделана с помощью модели FLDAS. FLDAS (Famine Land Data Assimilation System) (https://ldas.gsfc.nasa.gov/fldas) обычно используется для получения информации о многих переменных, связанных с климатом, включая содержание влаги в почве, влажность воздуха, испарение, среднюю температуру почвы, общую норму осадков и т.д., в полузасушливых районах [3]. Модель поверхности суши Noah 3.6 от FLDAS [4] основана на наземных и спутниковых данных об осадках CHIRPS (Climate Hazards Center InfraRed Precipitation with Station data) [5] и современном ретроспективном анализе метеорологического воздействия MERRA-2 (Modern-Era Retrospective analysis for Research and

Application Version 2) [6]. MERRA-2 – первый долгосрочный глобальный реанализ, представляющий данные, начиная с 1980 года, использует спектрометрические измерения со спутников Nimbus-7, NOAA, радиометры, GPS. Ежемесячные результаты моделирования FLDAS за более чем 40 лет с 1982 года по настоящее время находятся в открытом доступе. Пространственное разрешение (ПР) для ежемесячных данных составляет 0,1º, и для ежедневных данных, доступных с 2000 года, 0,01º. Дополнительной особенностью FLDAS является то, что эти данные могут быть визуализированы с помощью онлайн-инструмента Giovanni (http://giovanni.gsfc.nasa.gov).

Прежде, чем использовать модель FLDAS для оценки влажности верхнего слоя почвы в исследуемых районах, определим наличие корреляции наземных измерений ВП с полученными по модели. Используем информацию для наземных измерений ВП на одной из двух станций в Оренбуржье, входящей в мировую базу данных влажности почвы ISMN (International Soil Moisture Network) (https://ismn.geo.tuwien.ac.at/). Это станция RUSWET-AGRO Orenburgskaya_#1, данные которой по ВП доступны на сайте ISMN с 1958 по 1998 гг. (апрель-сентябрь). Координаты станции 52.17º с.ш., 55.08º в.д. Расположение станции показано на *рисунке 3а* (указано красной стрелкой). Состав почвы на глубине 0-30 см: насыщение 0,51 ($м^3*м^{-3}$), глина – 23%, песок – 23%, ил – 54%, organic carbon – 0,89%, пахотные земли, богарные. В наземные измерения входит влажность почвы (sm-soil moisture) на глубине 0-20 см и 0-100 см. На *рисунке 3б* приведены графики сезонных вариаций (три значения в месяц) наземных измерений влажности почвы на глубине 0-20 см на станции Orenburgskaya_#1 и на *рисунке 3в* - графики среднемесячных значений ВП на глубине 0-10 см по модели FLDAS (продукт Model FLDAS_NOAH01_C_GL_M v001, ПР= 0,1°, усреднение по площадке с центром 52.15º с.ш., 55.05º в.д.) за 1994-1998 гг. [7]. Графики среднемесячных вариаций наземных и FLDAS измерений ВП для станции Orenburgskaya_#1 приведен на *рисунке 3г*.

Коэффициент корреляция Спирмена (ККС) между среднемесячными значениями наземных измерений ВП и полученными на основе модели FLDAS равен ρ_s=0,74 ($p=5*10^{-6}$, p-уровень статистической значимости, N=26). Отметим, что в работе [7] показано, что ККС между наземными измерениями ВП на станции сети RUSWET-GRASS SLAVGOROD (Алтайский край) и полученными по модели FLDAS равен 0,77 ($p=7*10^{-7}$, N=28).

Сезонные и межгодовые вариации влажности верхнего слоя почвы по модели FLDAS за период 2000-2023 гг.

Тесная связь между наземными и FLDAS значениями ВП дает возможность использовать модель FLDAS для оценки ВП на исследуемых территориях за период 2000-2023 гг. На *рисунке 4* показаны графики сезонных вариаций среднемесячных значений ВП на глубине 0-10 см по модели FLDAS для Курманаевского района (усреднение по площадке с центром 52.4º с.ш., 52.15º в.д.). Отмечаем два максимума значений ВП: весной (март-апрель) и осенью (ноябрь). Минимум значений ВП принадлежит летним месяцам. Для Соль-Илецкого района данные FLDAS использовались для площадки с центром 51.17° с.ш., 55.18° в.д., для Буртинской степи – 51.15° с.ш., 56.7° в.д., для Домбаровского района – 50.9° с.ш., 58.87° в.д.

Межгодовые вариации значений ВП по модели FLDAS для исследуемых территорий при усреднении значений ВП за май-сентябрь показаны на *рисунке 5а* за период 2000-2023 гг. Абсолютный минимум межгодовых значений ВП принадлежит 2010 году (0,18). По мере возрастания значений следующие минимумы ВП в 2014 и 2021 гг. Тренд межгодовых значений ВП за период 2000-2023 гг. отрицательный для всех исследуемых территорий. Но за последние 10 лет направление тренда для ВП поменялось на положительное, аналогично, как и для ГТК и RR. На *рисунке 5б* сделано сравнение гистограмм средних и СКО межгодовых значений ВП (май-сентябрь) за периоды 2000-2013 гг. и 2014-2023 гг. В отличие от гистограмм на *рисунке 2*, где межгодовые изменения ГТК, RR для двух периодов были существенными, для ВП изменения несущественные, а именно, небольшое уменьшение среднего межгодового ВП за последние 10 лет.

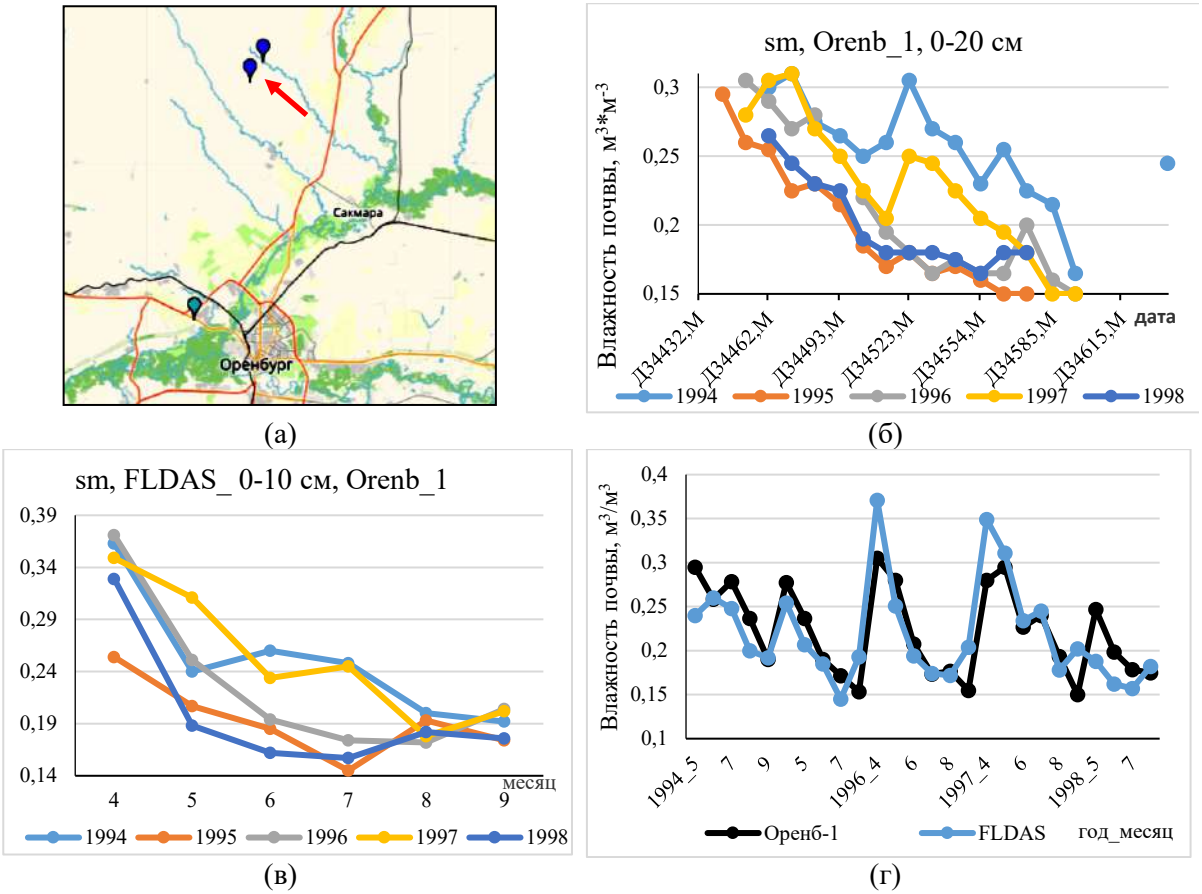


Рисунок 3. (а) – Расположение станции Orenburgskaya_#1 на карте Оренбургской области, (б) – вариации наземных измерений ВП на глубине 0-20 см, (в) – среднемесячные значения ВП на глубине 0-10 см по модели FLDAS за 1994-1998 гг. на станции Orenburgskaya_#1, (г) – среднемесячные вариации значений ВП по наземным и FLDAS данным для станции Orenburgskaya_#1.

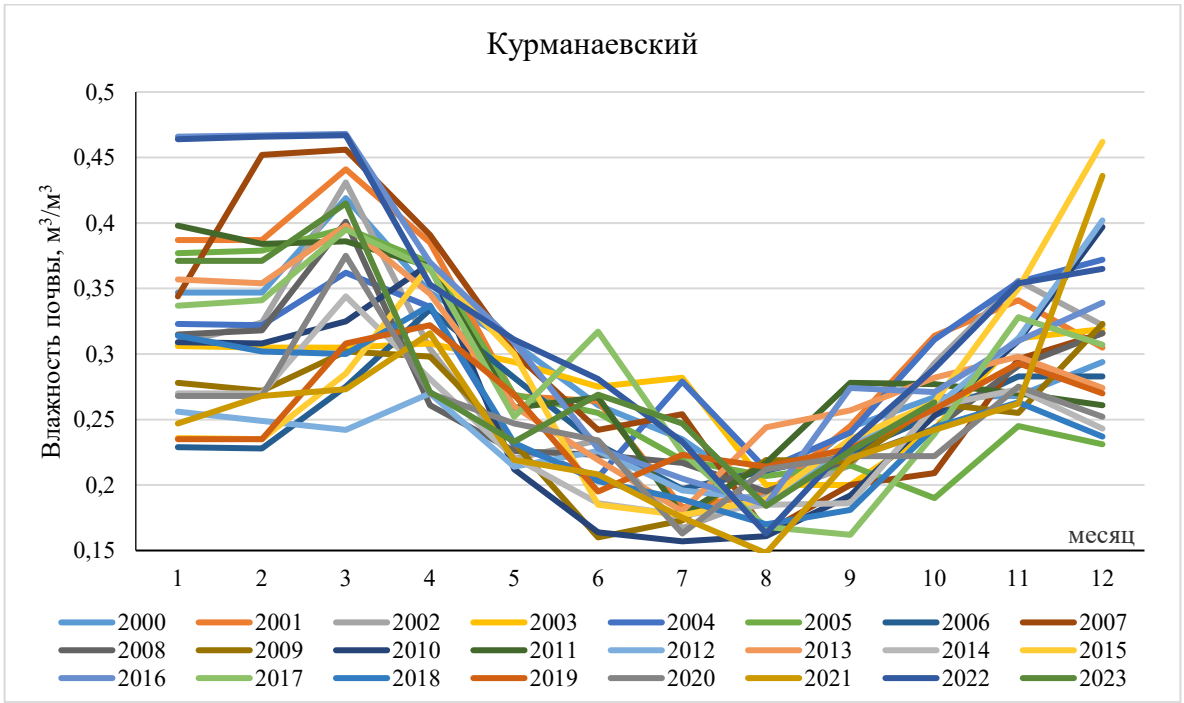
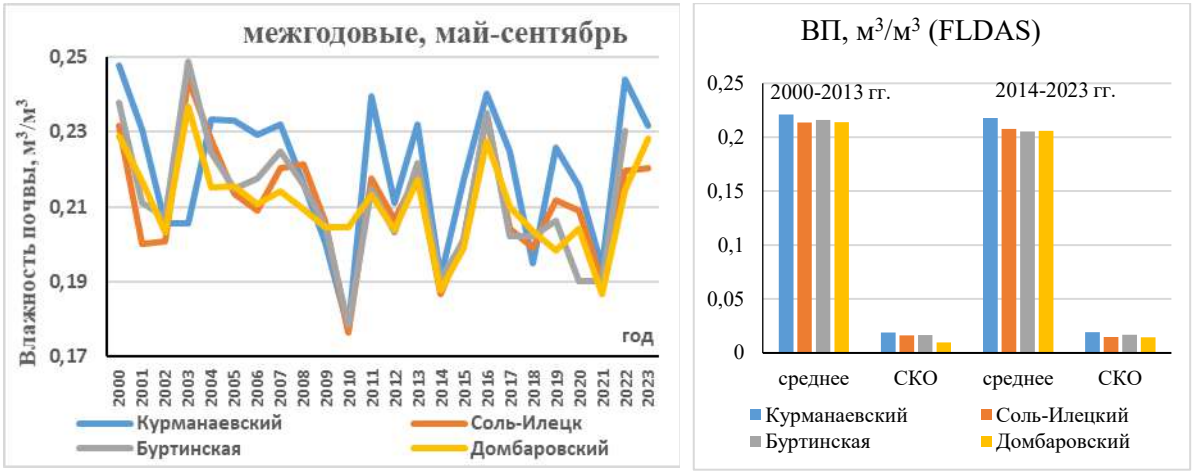


Рисунок 4. Графики сезонных вариаций среднемесячных значений ВП на глубине 0-10 см по модели FLDAS для Курманаевского района.



(а) (б)

Рисунок 5. (а) – межгодовые вариации значений ВП по модели FLDAS для исследуемых территорий за период 2000-2023 гг., (б) – гистограммы средних межгодовых значений ВП и СКО за 2005-2013 гг. и 2014-2023 гг.

Как отмечалось выше, по метеоданным в наилучшей ситуации среди рассмотренных территорий находится Курманаевский район, что проявилось в бóльших межгодовых значениях ВП за вегетационный период для этого района.

В *таблице 1* приведены значения коэффициента корреляции Спирмена ρ_s между метеоданными (ГТК, RR, Ta) и ВП (по модели FLDAS) за вегетационный период (май-сентябрь). Соль-Илецкий район не включен в таблицу из-за неполноты данных по температуре воздуха и осадкам за летний период 2015 и 2016 гг. В условиях разнообразия используемых данных (метеоданные, модельные данные на основе спутниковых и наземных измерений), в результате получено, что между ними есть связь от умеренной до тесной при высоком уровне статистической значимости p (N-число лет).

Таблица 1

Значение ККС между ГТК, RR, Ta и ВП (FLDAS)

	Курманаевский			Буртинская степь			Домбаровский		
	ГТК	RR	Ta	ГТК	RR	Ta	ГТК	RR	Ta
ρ_s	0,58	0,45	-0,42	0,77	0,75	-0,42	0,67	0,57	-0,41
p	0,003	0,03	0,04	$1*10^{-5}$	$1*10^{-4}$	0,04	0,003	0,02	0,07
N	19	19	19	18	18	18	15	15	15

Регрессионные соотношения

При наличии тесной связи между предикторами (независимые переменные, в данном случае-метеоданные) и целевыми переменными (зависимые переменные, в данном случае-влажность почвы) можно построить регрессионную модель связи между этими переменными в виде уравнения. В зависимости от числа предикторов регрессия может быть однофакторной или множественной.

Для оценки качества уравнения регрессии (близости рассчитанных по регрессии и фактических значений) используются две величины: коэффициент детерминации R^2 (чем ближе R^2 к 1, тем выше качество регрессионной модели) и Se_y – стандартная ошибка регрессии, показывающая среднее расстояние, на которое наблюдаемое значение отклоняется от линии регрессии. При использовании регрессии в целях прогноза Se_y может быть более полезной, чем R^2, т.к. дает понимание того, насколько точными будут прогнозы.

В регрессии коэффициент детерминации R^2 является статистической мерой того, насколько хорошо предсказания регрессии приближаются к реальным точкам данных. Коэффициент детерминации для модели с константой имеет значение R^2= [0, 1]. Чем ближе R^2 к 1, тем сильнее связь. При оценке регрессионных моделей это интерпретируется как соответствие

модели данным. Для приемлемых моделей предполагается, что R^2 должен быть хотя бы не меньше 0,5, в этом случае $|\rho_S|>0,7$, т.е. есть тесная связь.

Для Буртинской степи условие тесной связи соблюдается, что дает возможность получить приемлемое однофакторное регрессионное уравнение (1), позволяющее прогнозировать межгодовую изменчивость значений ВП по значениям суммы осадков за вегетационный период:

$$ВП=0,181+1,49*10^{-4}*RR; \qquad R^2=0,51;\ Se_y=0,011; \qquad (1)$$

Двухфакторное уравнение (2), включающее, помимо RR, суммарное значение Та, не уменьшает стандартную ошибку регрессии, хотя и увеличивает коэффициент детерминации. Но R^2 всегда растет при увеличении числа независимых переменных:

$$ВП=0,123+1,98*10^{-5}*Ta+1,44*10^{-4}*RR; \qquad R^2=0,56;\ Se_y=0,011; \qquad (2)$$

В качестве итогов данной работы можно выделить следующие моменты:

1. Использование ежемесячных данных ВП по модели FLDAS, учитывая их тесную связь с наземными измерениями, позволило получить оценку сезонных и межгодовых вариаций ВП в исследуемых районах Оренбургской области за 2000-2023 гг.

2. Межгодовые тренды ГТК для вегетационного периода (май-сентябрь) определяют тренды межгодовых вариаций значений ВП; за последние 10 лет с 2000 года направление тренда ВП поменялось с отрицательного на положительное, так же как и ГТК и RR. Экстремальный по минимуму ГТК 2010 год в Оренбуржье проявился в межгодовом минимуме ВП. Межгодовой тренд Та (вегетационный период 2005-2023 гг.) отрицательный для территорий в западной части Оренбургской области (Курманаевский и Соль-Илецкий районы), слабо положительный для Буртинской степи и практически отсутствует для Домбаровского района.

3. Курманаевский район в сравнении с другими рассматриваемыми территориями имеет наилучшие метеоусловия: больше осадков, меньше суммарная температура за вегетационный период, и в результате наибольший ГТК практически за весь период 2005-2023 гг., что отразилось в бóльших межгодовых значениях ВП.

4. Наличие тесной связи между ВП и метеоданными для Буртинской степи позволило построить регрессию с возможностью прогноза межгодовой изменчивости значений ВП по значениям суммы осадков за вегетационный период.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН.

Список литературы

1. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 165-177.

2. Селянинов Г.Т. Принципы агроклиматического районирования СССР // Вопросы агроклиматического районирования СССР. М.: МСХ СССР, 1958. С. 7-14.

3. McNally A., Arsenault K., Kumar S., Shukla S., Peterson P., Wang S., Funk C., Peters-Lidard C. D., Verdin J.P. A land data assimilation system for sub-Saharan Africa food and water security applications // Scientific Data. 2017. No 4. 170012. DOI:10.1038/sdata.2017.12.

4. Ek M. B., Mitchell K. E., Lin Y., Rogers E., Grunmann P., Koren V., Gayno G., and Tarpley J. D. Implementation of Noah land surface model advances in the National Centers for Environmental Prediction operational mesoscale Eta model // J. Geophys.Res. 2003. No 108(D22). 8851. DOI:10.1029/2002JD003296.

5. Funk C., Peterson P., Landsfeld M., Pedreros D., Verdin, J., Shukla S., Michaelsen J. The climate hazards infrared precipitation with stations – a new environmental record for monitoring extremes // Sci. data. 2015. No 2. 150066.

6. Gelaro R., McCarty W., Suárez M.J., Todling R., Molod A., Takacs L., Randles C.A., Darmenov A., Bosilovich M.G., Reichle R., Wargan K. The modern-era retrospective analysis for research and applications, version 2 (MERRA-2) // J.Clim. 2017. No 30(14). P. 5419-5454.

7. Родионова Н.В. Межгодовые тренды влажности почвы, NDVI и черного углерода и их зависимость от климатических изменений для Буртинской и Кулундинской степей по данным ДЗЗ за период 2000-2022 гг. // Материалы 21-й Межд. конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Электронный сборник материалов конференции. ИКИ РАН. Москва, 2023. С. 467. DOI 10.21046/21DZZconf-2023a. ISBN 978-5-00015-065-8.

УДК 528.88
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1105-1112

ДИСТАНЦИОННЫЕ РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕДВЕСТНИКИ ЗАСУХ В АГРАРНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ)

REMOTE RADIOPHYSICAL HARBINGERS OF DROUGHTS IN THE AGRICULTURAL REGION OF RUSSIA (USING THE EXAMPLE OF THE ALTAI TERRITORY)

Романов А.Н., Трошкин Д.Н., Хвостов И.В., Рябинин И.В., Романов Д.А.
Romanov A.N., Troshkin D.N., Khvostov I.V., Ryabinin I.V., Romanov D.A.

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия
Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia

E-mail: romanov_alt@mail.ru

Аннотация. Засухи как опасные природные явления способствуют опустыниванию территории, ухудшению биологической продуктивности почв и снижению урожаев зерновых культур. Разработка методов дистанционного мониторинга засух является актуальной задачей. В данной работе на примере западной (степной) части Алтайского края, подверженной засухам, изучены закономерности и особенности многолетней сезонной динамики яркостных температур (Тя) подстилающей поверхности на тестовом участке. Для прогнозирования засух использовали ежедневные данные спутника SMOS (Soil Moisture Ocean Salinity), откалиброванные в единицах Тя. В лабораторных условиях исследованы зависимости диэлектрических и излучательных свойств образцов почв, отобранных с тестовых участков, от объемной влажности почвы (W). Диэлектрические параметры почв измеряли на лабораторной установке мостового типа, собранной на базе промышленного измерителя разности фаз и отношения амплитуд ФК2-18. Установлены эмпирические зависимости Тя от W. На основе спутниковых, полевых и лабораторных данных, разработан дистанционный микроволновый метод определения W. Для выявления территорий, подвергнувшихся засухе, предложен новый дистанционный микроволновый индекс засухи (ДМИЗ). Построены карты-схемы пространственного распределения W и ДМИЗ для территории Кулундинской равнины.

Ключевые слова: Алтайский край, дистанционный мониторинг засухи, дистанционный микроволновый индекс засухи.

Abstract. Droughts, as dangerous natural phenomena, contribute to desertification of the territory, deterioration of the biological productivity of soils and a decrease in grain yields. The development of methods for remote monitoring of droughts is an urgent task. In this work, using the example of the western (steppe) part of the Altai Territory, which is prone to droughts, the patterns and features of the long-term seasonal dynamics of radio brightness temperatures (Tb) of the underlying surface in the test area are studied. To forecast droughts, we used daily data from the SMOS (Soil Moisture Ocean Salinity) satellite, calibrated in Ti units. The dependences of the dielectric and emissive characteristics of soil samples taken from test plots on the volumetric soil moisture (W) were studied under laboratory conditions. The dielectric parameters of soils were measured on a laboratory bridge-type installation, assembled on the basis of an FK2-18 industrial phase difference and amplitude ratio meter. Empirical dependences of Tb on W have been established. Based on satellite, field and laboratory data, a remote microwave method for determining W has been developed. To identify areas subject to drought, a new remote microwave drought index (RMDI) has been proposed. Scheme maps of the spatial distribution of W and RMDI were constructed for the territory of the Kulunda Plain.

Key words: Altai Territory, remote monitoring of drought, remote microwave drought indices.

Введение. Засухи, относящиеся к опасным природным явлениям, происходящие с разной периодичностью и интенсивностью в разных регионах Земного шара, представляют угрозу жизнедеятельности населения, способствуют опустыниванию территории, деградации почв, ведут к снижению урожаев, удорожанию продукции растениеводства. Для своевременного выявления гидрологических и климатических изменений и получения достоверной, высокоточной, оперативной информации о состоянии окружающей среды, необходимой для принятия обоснованных руководящих решений для уменьшения социально-экономических рисков, является важной научной проблемой разработка методов дистанционного мониторинга засух.

Широкомасштабные исследования по уменьшению негативного воздействия засух на природные экосистемы ведутся в России и за рубежом [1-7]. К настоящему времени разработаны и апробированы в разных регионах мира более 170 индексов засухи [8], но ни один из них не

гарантирует точного прогноза масштабов, продолжительности и интенсивности засух. Многократно апробированные в разных регионах мира, индексы засухи дают сбои в условиях изменяющегося климата и возрастающего антропогенного воздействия на экосистемы. Достоверное, высокоточное прогнозирование засух остается нерешенной научной проблемой. Существует необходимость в разработке более совершенных индексов засух [9], работающих в условиях непредсказуемости климатических изменений. По мере изменения климата или сезонного сдвига ранее определенные индексы засухи становятся бесполезными [10].

В последние 10-15 лет получили развитие методы дистанционного зондирования, основанные на использовании данных, получаемых со спутников, оснащенных радиометрическими системами AMSR-E (Advanced Microwave Scanning Radiometer), SSM/I (Special Sensor Microwave Imager) SSMIS (Special Sensor Microwave Imager Sounder), MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) и др. В [11] предложен инновационный индекс засухи, основанный на использовании данных радиояркостной температуры, измеренных со спутника SMOS (Soil Moisture Ocean Salinity) с помощью прибора MIRAS (Microwave Imaging Radiometer using Aperture Synthesis). В [12] предложен интегрированный индекс засухи, применимый в разных климатических регионах, основанный на использовании данных MODIS, состояния растительности, состояния почвенной влаги (AMSR-E). В [13] описаны методы дистанционного микроволнового зондирования в оптическом, ИК и микроволновом диапазонах, чувствительные к изменению влажности почвы.

В 2012 году на значительной части Северной Евразии наблюдалась сильнейшая с 1960 годов почвенная засуха, охватившая 16 регионов России, а также сопредельные государства (Казахстан, Киргизия, северо-западные провинции Китая). В Алтайском крае в результате засухи пострадало более 3 млн. гектар сельскохозяйственных посевов, был введен режим Чрезвычайной ситуации. В последующие 10 лет случаи засушливых периодов повторялись в 2013, 2014, 2018, 2020, 2022 годах.

В данной работе приведены результаты комплексных исследований по разработке дистанционных микроволновых предвестников засух (на примере Алтайского края). Предложен дистанционный микроволновый индекс почвенной засухи, основанный на интерпретации ежедневных спутниковых данных в микроволновом диапазоне и диэлектрических характеристик конкретных почв.

Методика эксперимента. В качестве основного объекта исследования была выбрана засушливая Кулундинская равнина, расположенная на юге Западной Сибири и включающая степные территории Алтайского края, Новосибирской области (РФ), Павлодарской области (Республика Казахстан). Карта-схема исследуемой территории с тестовым участком (пиксель SMOS) приведена на *рисунке 1*.

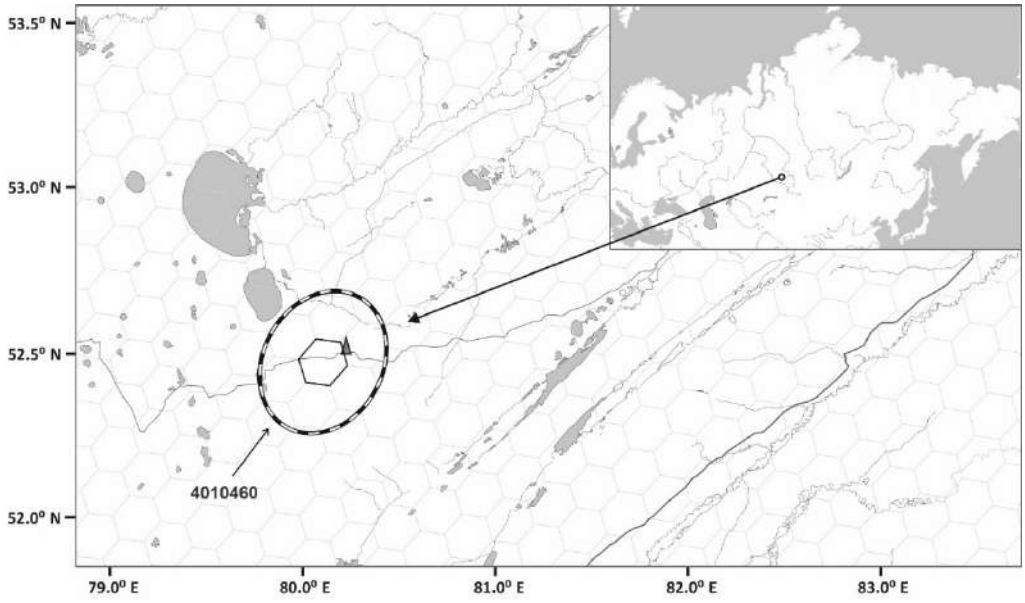


Рисунок 1. Карта исследуемой территории с тестовым участком (пиксель SMOS).

Исследовали закономерности многолетней сезонной динамики радиояркостных температур (Тя) для изучения закономерностей изменения объемной влажности почвы (W), определяемой по формуле:

$$W[\text{см}^3/\text{см}^3] = V_W/V = (M_W/W) \times (\rho/\rho_W),$$

где $V_W, V, M_W, M, \rho_W = 1\ \text{см}^3/\text{см}^3, \rho$ – объемы, массы и плотности воды в почве и влажной почвы.

Для определения Тя использовали данные спутника SMOS на частоте 1,41 ГГц, горизонтальной поляризации под углом зондирования 42,5º, привязанные к дискретной геодезической сетке DGG ISEA 4H9 с линейным размером ячейки 16 км. Пространственное распределение термодинамической температуры (Т) подстилающей поверхности оценивали по ежедневным данным радиометров MODIS/Terra (продукт MOD11A1) и MODIS/Aqua (продукт MYD11A1), полученным из открытой базы LP DAAC (https://lpdaac.usgs.gov) с разрешением 1 км и заявленной погрешностью ±1 K.

На тестовых участках измеряли температуру почвы с погрешностью ±0,5 K в поверхностном слое 0-20 см. Эти данные использовали для калибровки и валидации данных MODIS, расчета температуры эффективно-излучающего слоя. Термостатно-весовым способом определяли *W* образцов почвы. По результатам наземных измерений определяли градиенты Т и *W* почвы. Диэлектрические и радиоизлучательные характеристики почв измеряли на лабораторной установке мостового типа, собранной на базе промышленного измерителя разности фаз и отношения амплитуд ФК2-18.

Основным ландшафтом являлись степь и сельскохозяйственные поля. Площади водных объектов не превышали 5%, населенных пунктов – менее 1%. Площадь лесных массивов, искусственных древесных насаждений незначительна. Почвы по гранулометрическому составу легко- и среднесуглинистые. Плотность почвы в поверхностном слое 0-5 см изменялась от ρ=1,1 до ρ=1,3 г/см^3. Температура почвы в слое 0-5 см изменялась в зависимости от времени суток от 18 до 60°С, на глубине 30-70 см – от 20 до 25°С. *W* в слое почвы слое 0-5 см изменялась от 0,05 до 0,35 см^3/см^3.

Результаты исследований. Многолетние сезонные вариации $T_Я$ подстилающей поверхности несут объективную информацию о происходящих гидрологических и климатических изменениях, фенологических сдвигах. Для примера на *рисунке 2* приведена многолетняя сезонная динамика $T_Я$ (1) и Т (2) подстилающей поверхности тестового участка. Зависимости T(D) и $T_Я$(D) имеют вид

$$\text{T} = 287{,}5 - 5{,}1 \times 10^{-4} \times \text{D}, \sigma = 0{,}01$$
$$\text{T}_Я = 230{,}8 + 10{,}1 \times 10^{-4} \times \text{D}, \sigma = 0{,}01,$$

где D – юлианский день, отсчитываемый от 01.01.2012 г.

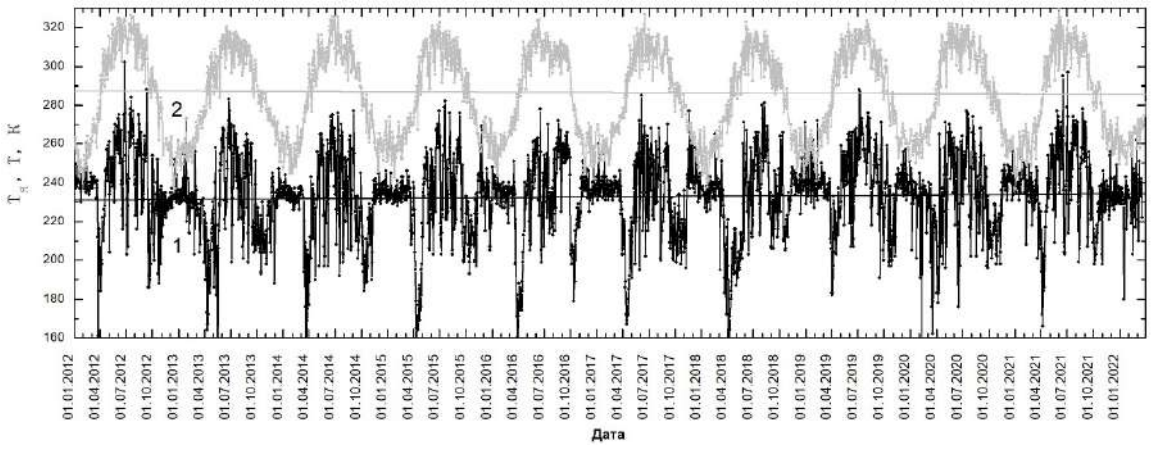


Рисунок 2. Динамика радиояркостной (1) и термодинамической (2) температур подстилающей поверхности в пикселе 4010460 дискретной геодезической сетки DGG ISEA 4H9.

Из приведенных соотношений следует, что за 10 лет Т уменьшилась на 1,86 К, а $Т_Я$ возросла на 3,68 К. Подобное возрастание $Т_Я$ может быть связано с уменьшение суммарной увлажненности территории.

Важной физической характеристикой почв является объемная влажность, соответствующая максимальному содержанию в почве связанной воды $W_t[см^3/см^3]$, определяющая доступность почвенной влаги для растений (W_t близко к влажности устойчивого завядания, ниже которой растение засыхает и погибает от недостатка влаги). В лабораторных условиях определяли гранулометрический состав почвенных образцов, измеряли диэлектрические параметры, на основе которых рассчитывали коэффициенты излучения χ_t, соответствующие W_t.

Для калибровки спутниковых данных, установления экспериментальных и теоретических зависимостей $\chi(W)$ измеряли диэлектрические характеристики образцов, отобранных с тестовых участков. По результатам этих измерений была рассчитана зависимость коэффициента излучения χ от *W (рисунок 3)*, аппроксимированная прямыми линиями с точкой излома с точкой излома W_t= 0,13.

$$\chi = \begin{cases} 0{,}98594 - 1{,}09117 \cdot W, \ 0 \le W \le 0{,}13, \\ 1{,}02285 - 1{,}3898 \cdot W, \ 0.13 \le W \le 0{,}40. \end{cases} \quad (1)$$

Также была рассчитана обратная зависимость $W(\chi)$*(рисунок 2),* имеющая вид

$$W = \begin{cases} 0{,}89733 - 0{,}90707 \cdot \chi, \ 0{,}55 \le \chi \le 0{,}84, \sigma = 0{,}009, \\ 1{,}12707 - 1{,}16936 \cdot \chi, \ 0{,}84 \le \chi \le 0{,}96, \sigma = 0{,}002\,. \end{cases} \quad (2)$$

Из анализа экспериментальных данных следует, что для разных почв коэффициенты излучения сухих почв χ_0 и максимально увлажненных почв χ_{MAX} имеют близкие значения, находящиеся в пределах погрешности измерений, а коэффициенты излучения $\chi(W_t)$ для почв, содержащих только связанную воду, заметно отличаются: $\chi(W_t$ =0,13)=0,84, $\chi(W_t$=0,32)=0,62. Величина χ_t, может быть определена по результатам синхронных дистанционных измерений χ и полевых измерений *W*, либо по результатам диэлектрических измерений комплексной диэлектрической проницаемости почвы при разных значениях *W*. Полевые измерения *W* довольно трудоемкие, а для диэлектрических измерений требуется дорогостоящее специализированное оборудование и программное обеспечение. При этом также возникает необходимость решения электродинамической задачи прохождения электромагнитной волны через дисперсную среду.

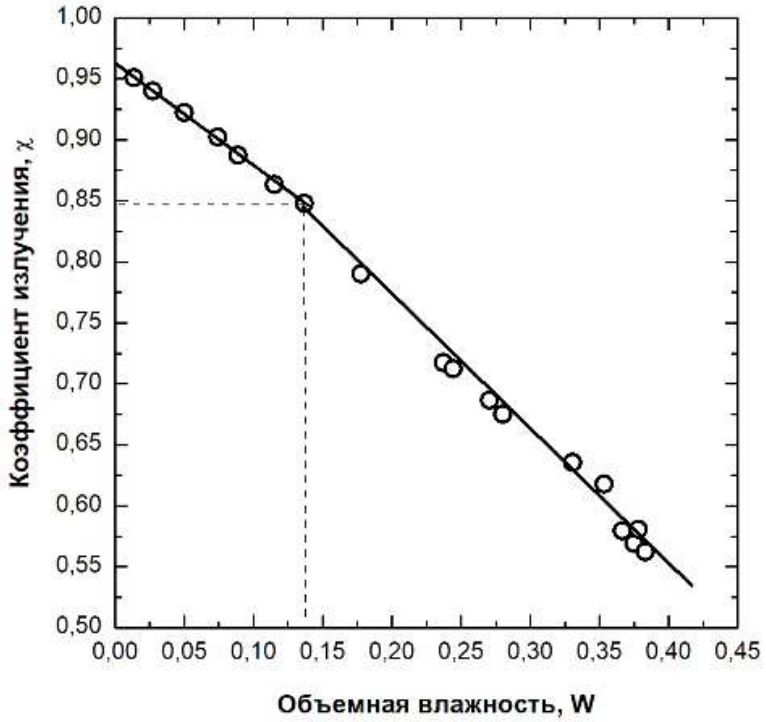


Рисунок 3. Зависимость коэффициента излучения почвы (χ) от объемной влажности (*W*).

На *рисунке 4* приведена сезонная динамика Тя (1), Т (2), *W* (3) в 2012 году для тестового участка. Значение *W* рассчитывали на основе спутниковых измерений $T_Я$ (SMOS) и *T* (MODIS) по формуле (2).

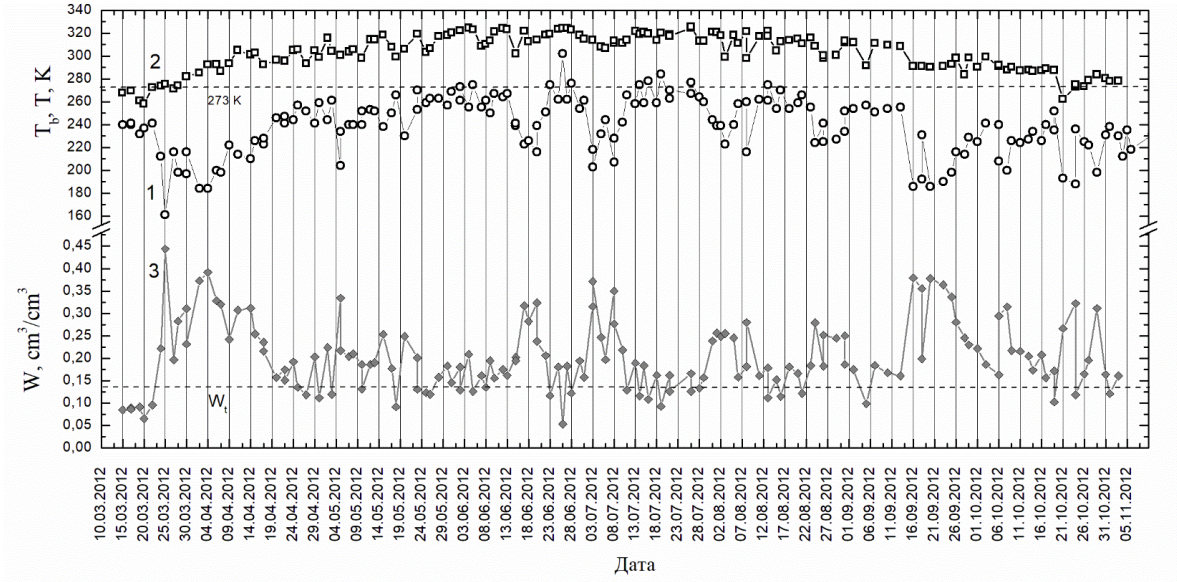


Рисунок 4. Сезонная динамика Т (1), Тя (2), W (3).

Из графиков видно, что значительную часть теплого сезона W<0,13 см^3/см^3. Эта величина сопоставима с максимальной объемной долей, связанной воды (W_t) в почве, недоступной растениям. Низкие значения *W* связаны с незначительными снеговыми запасами, накопленными в зимний сезон 2011/2012 годов и недостаточным количеством дождевых осадков. С начала года выпало около 60 мм осадков, причем, за две недели, предшествовавшие введению режима чрезвычайной ситуации (26.07.2012), осадков не было. Увлажненная в результате дождевых осадков почва промачивается на глубину 3-5 см и успевает высохнуть в течение 2-3 суток до предельно низких значений *W*. Скорости высыхания $\Delta W/\Delta D$ изменялись от 0,01 до 0,09 см^3/см^3 в сутки. Соответствующие им скорости возрастания $dT_Я/dD$ изменялись от 3,5 до 17 К/сутки. Установлено, что возрастание $T_Я$ на 3,5 К соответствует уменьшению *W* на 0,01 см^3/ см^3.

На основе спутниковых измерений Тя и зависимости *W* (χ) построены карты-схемы пространственного распределения *W*, приведенные на *рисунке 5*.

На основе комплексного анализа дистанционных, полевых, лабораторных данных было показано, что в качестве радиофизического предвестника засухи может быть использована скорость изменения радиояркостной температуры *($dT_Я/dD$),* характеризующая скорость уменьшения объемной влажности почвы.

На примере засухи 2012 года, сильнейшей в Алтайском крае с 1960 годов, показано, что суточные изменения $dT_Я/dD$ достигали 17 К/сутки. Это соответствовало изменению *W* на 0,009 см^3/см^3 в сутки, что при W_t = 0,13 см^3/см^3, означает высыхание почвы, например, с W = 0,40 (полевая влагоемкость), ниже W_t, недоступной растениям, в течение 3 суток.

Карты-схемы пространственного распределения *W*(Тя/Т), построенные с использованием дистанционных измерений Тя в микроволновом диапазоне, Т в инфракрасном диапазоне и лабораторных зависимостей W(χ) позволяют выявить территории интенсивной засухи, а также оценить масштабы засухи.

Многолетняя динамика Тя(JD) и Т(JD) для отдельных участков позволяет выявить тренды изменений Тя и Т и на их основе прогнозировать сценарии климатических изменений.

Почвенная засуха (ПЗ) наступает при $W \le W_t$. В этом случае в почве присутствует только связанная вода, недоступная для растений. Величина $\chi(W_t)$ может выступать радиофизической характеристикой ПЗ. Значения χ соответствуют следующим режимам почвенного увлажнения: 1) $\chi(W_t) \le \chi \le \chi(W = 0)$ – недостаток воды в почве – засуха; 2) $\chi(W_{MAX}) < \chi \le \chi(W_t)$ – количество воды, достаточное для растений; 3) $\chi(W_{MAX}) \approx \chi$ – избыток воды – переувлажнение. Условия ПЗ реализуются при $\chi(W_t) \le \chi$, достигая максимума при $\chi = \chi(W = 0)$.

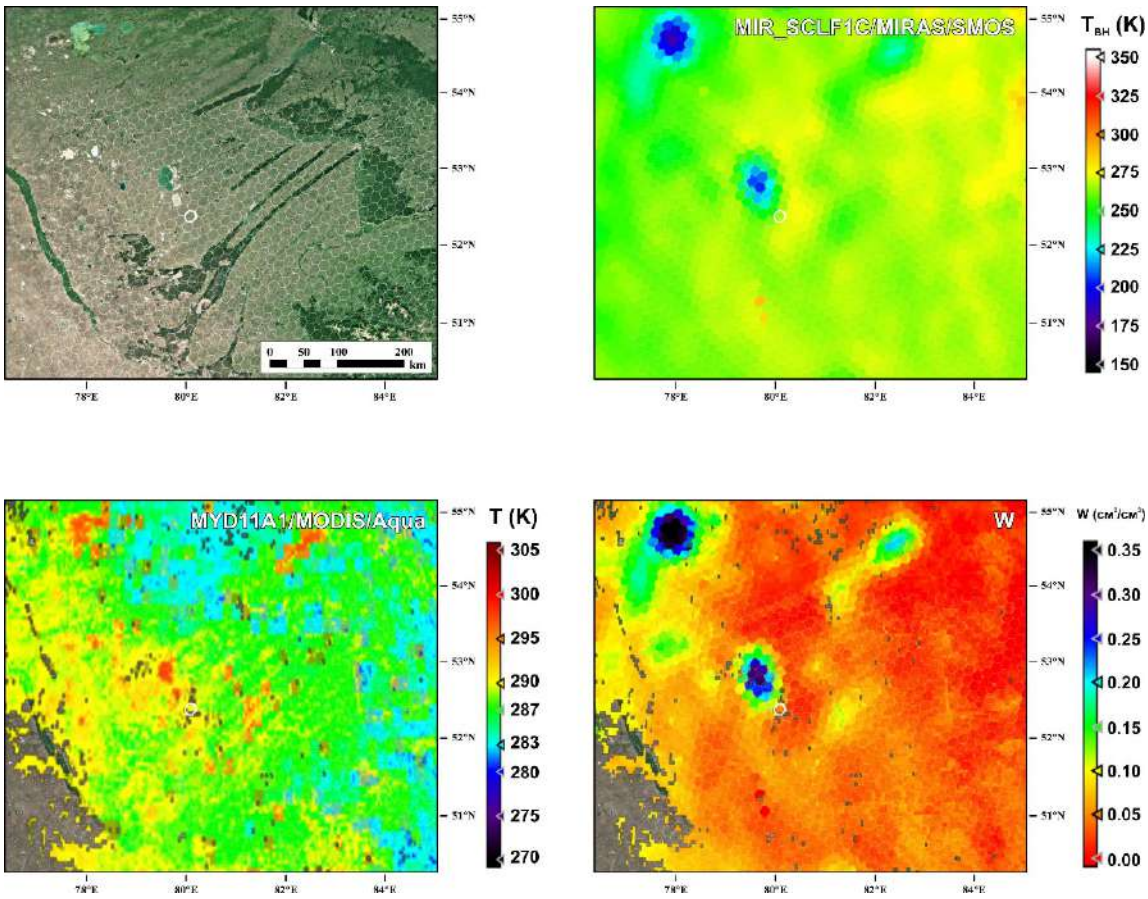


Рисунок 5. Карты-схемы местности (a), пространственного распределения Тя (b), T (c), *W* (d).

Для оценки степени увлажненности почвы (включая засуху и переувлажнение) введем Дистанционный микроволновый индекс засухи (ДМИЗ) как отношение длин интервалов в разных диапазонах влажности

$$\text{ДМИЗ} = \begin{cases} \dfrac{\chi_t - \chi}{\chi_0 - \chi_t}, \chi_t \le \chi \le \chi_0, \\ \dfrac{\chi_t - \chi}{\chi_t - \chi_W}, \chi_W \le \chi \le \chi_t. \end{cases}$$

Сезонные вариации ДМИЗ, определенные в вегетационный период 2012 года на основе дистанционного определения *W* приведены на *рисунке 6*.

Экспериментальные исследования показали, что почвы всех обследованных тестовых участков имеют разный гранулометрический состав (от песков до глин), разные значения χ_t и W_t, и, соответственно, разные зависимости $\chi(W)$, используемые для дистанционного определения влажности по данным спутникового микроволнового зондирования (продукт SMOS L1C). В настоящее время в рамках проекта построены зависимости $\chi(W)$ для 12 тестовых участков.

На *рисунке 7* приведена карта-схема пространственного распределения ДМИЗ на день объявления режима ЧС в Алтайском крае. Видно, что значительная часть территории, включающей Алтайский край, южную часть Новосибирской области и восточную часть Павлодарской области (Республика Казахстан) находится в условиях недостатка почвенной влаги.

Обсуждение. Разработанный подход к дистанционному микроволновому мониторингу почвенной засухи сталкивается с пока нерешенной проблемой объективной интерпретации спутниковых данных, вызванной различием почв по гранулометрическому составу. В случае пространственно-неоднородной подстилающей поверхности точность дистанционного определения влажностных характеристик почвы в значительной мере ограничивается попаданием в диаграмму направленности принимающей антенны, формирующей пиксель спутникового радиометра, разных типов подстилающей поверхности с разной излучательной

способностью (водоем, лес, почва, солончак), размеры которых меньше его разрешающей способности.

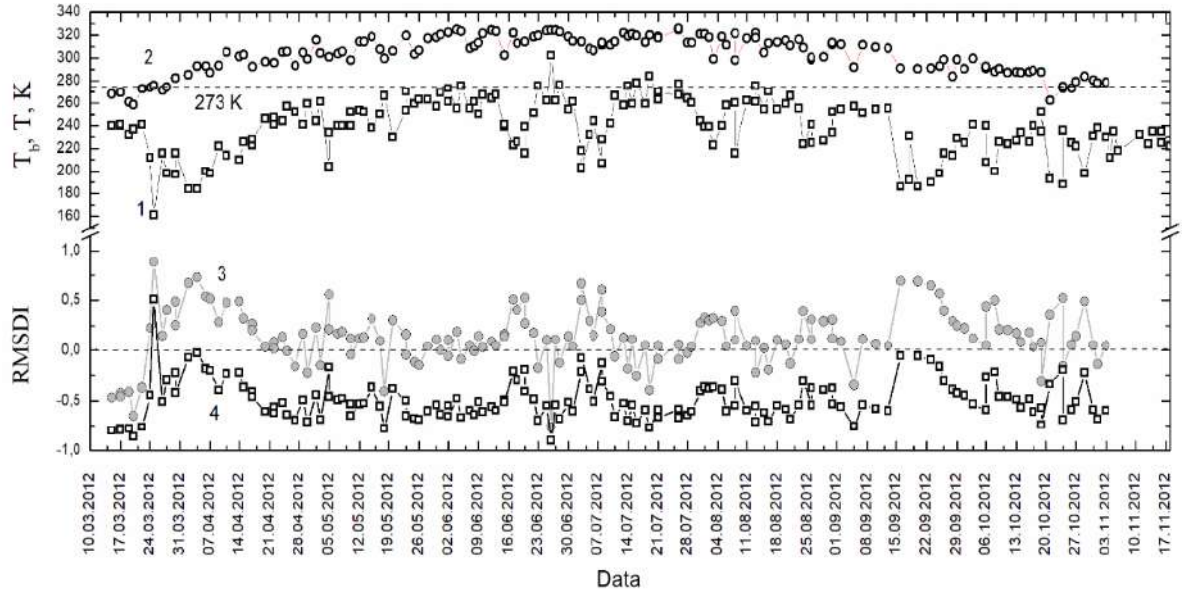


Рисунок 6. Сезонная динамика радиояркостной (1) и термодинамической (2), температуры, ДМИЗ для W_t= 0,15 (3), W_t = 0,32 (4).

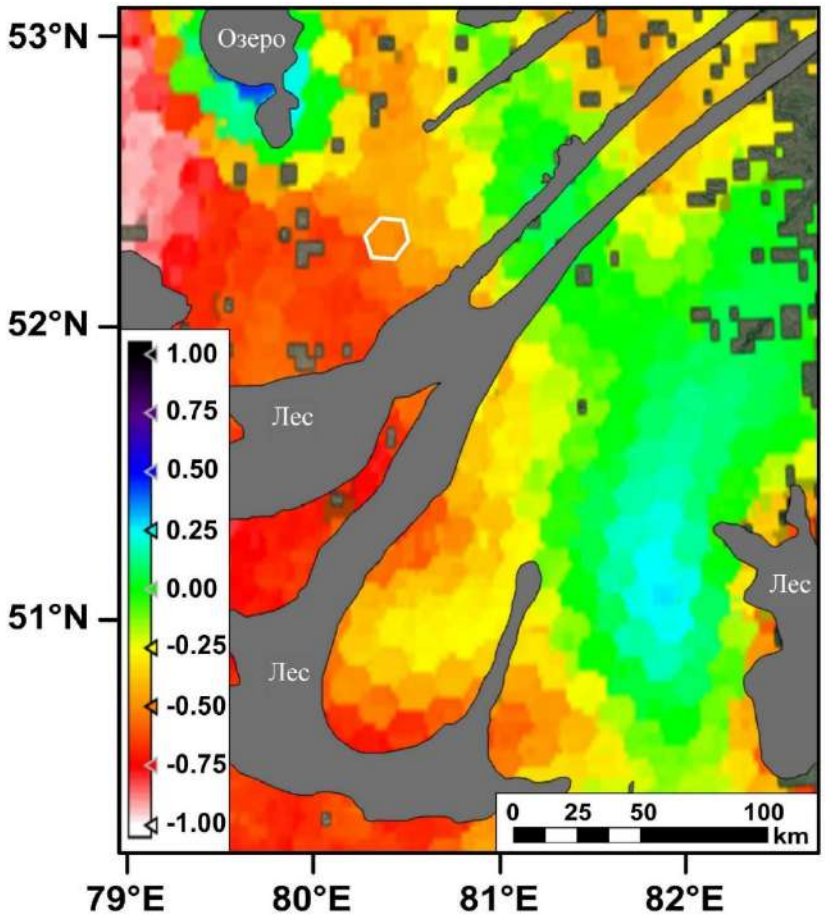


Рисунок 7. Карта-схема пространственного распределения ДМИЗ по состоянию на 26.07.2012 г.

При дистанционном зондировании почвенного покрова со спутника размер пикселя варьирует от нескольких километров до десятков километров, соответственно, вероятность попадания в пиксель разных типов подстилающей поверхности и почв, различающихся по гранулометрическому составу, высокая. При зондировании подстилающей поверхности с беспилотного летающего аппарата на высотах 50-250 м размер пикселя не превышает нескольких десятков метров, соответственно, погрешность за счет ландшафтной пестроты и различия гранулометрического состава почвы будет незначительная, но в этом случае площадь зондирования уменьшается с площади региона до площади одного поля.

Заключение. В результате проведенных исследований изучена многолетняя сезонная динамика радиояркостных температур подстилающей поверхности на тестовом участке Кулундинской равнины. Разработан и апробирован дистанционный метод определения объемной влажности почвы. Для выявления территорий, подвергнувшихся почвенной засухе, разработан дистанционный микроволновый индекс засухи.

Исследование поддержано грантом РНФ 22-17-20041. https://rscf.ru/project/22-17-20041.

Список литературы

1. Черенкова Е.А. Количественные оценки атмосферных засух в федеральных округах европейской территории России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2013. № 6. С. 76-85.

2. Добровольский С.Г. Засухи мира и их эволюция во времени: сельскохозяйственный, метеорологический и гидрологический аспекты // Водные ресурсы. 2015. Т. 42. № 2. С. 119-132.

3. Золотокрылин А.Н., Черенкова Е.А., Титкова Т.Б. Аридизация засушливых земель европейской части России и связь с засухами // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2020. Т. 84. № 2. С. 207-217. DOI: 10.31857/S258755662002017X.

4. Рысалиева Л.С., Сальников В.Г. Исследование атмосферной засухи в Центральной Азии // Географический вестник. 2021. № 2 (57). С. 110-120. DOI: 10.17072/2079-7877-2021-2-110-120.

5. Спивак Л.Ф., Витковская И.С., Батырбаева М.Ж., Муратова Н.Р., Кауазов А.М. Космический мониторинг засух в Казахстане: анализ многолетних данных дистанционного зондирования // Земля из космоса: наиболее эффективные решения. 2012. № 14. С. 15-23.

6. Сулейменова Г.Т., Ахметова С.Т. Засухи на территории Северного и Западного Казахстана // Гидрометеорология и экология. 2015. № 2(77). С. 7-15.

7. Liu X., Zhu X., Pan Y., Bai J., Li S. Performance of different drought indices for agriculture drought in the North China Plain // Journal of arid land. 2018. V. 10. P. 507–516. DOI: 10.1007/s40333-018-0005-2.

8. Svoboda M., Fuchs B.A. Handbook of Drought Indicators and Indices. Geneva. GWP. 2016. 45 p. URL: https://www.droughtmanagement.info/literature/GWP_Handbook_of_Drought_Indicators_and_Indices_2016.pdf (available 01/29/2024).

9. Yihdego Y., Vaheddoost B., Al-Weshah R.A. Drought indices and indicators revisited // Arabian Journal of Geosciences. 2019. V. 12. Article 69. DOI: 10.1007/s12517-019-4237-z.

10. Zargar A., Sadiq R., Naser B., Khan F.I. A review of drought indices // Environmental Reviews. 2011. V. 19. PP. 333-349. DOI: 10.1139/a11-013.

11. Gerhards M.F., Schlerf M., Kanishka M., Udelhoven T. Challenges and Future Perspectives of Multi-/Hyperspectral Thermal Infrared Remote Sensing for Crop Water-Stress Detection: A Review // Remote Sensing. 2019. Vol. 11. Is. 10. Article 1240. DOI: 10.3390/rs11101240.

12. Jiao W., Tian C., Chang Q., Novick K.A., Wang L. A new multi-sensor integrated index for drought monitoring // Agricultural and forest meteorology. 2019. V. 268. P. 74-85. DOI: 10.1016/j.agrformet.2019.01.008.

13. Zhang A.Z., Jia G.S., Wang H.S. Improving meteorological drought monitoring capability over tropical and subtropical water-limited ecosystems: evaluation and ensemble of the Microwave Integrated Drought Index // Environmental research letters. 2019. V. 14. Is. 4. Article 044025. DOI: 10.1088/1748-9326/ab005e.

УДК 626.8
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1113-1117

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ МЕЛИОРАТИВНОГО ТИПА В БЕССТОЧНОЙ ОБЛАСТИ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

ACCOUNTING AND ASSESSMENT OF PARAMETERS OF RECLAMATION SYSTEMS IN THE DRAINLESS AREA OF THE OB-IRTYSH INTERFLUVE

Рыбкина И.Д., Губарев М.С.
Rybkina I.D., Gubarev M.S.

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия
Institute for Water and Environment Problems SB RAS, Barnaul, Russia

E-mail: irina@iwep.ru

Аннотация. Показана актуальность и значение исследований по оценке состояния гидротехнических сооружений. Выполнен анализ программных документов по развитию мелиорации на примере Алтайского края. Представлены результаты натурного обследования водохранилищ и прудов преимущественно мелиоративного назначения в степной зоне данного региона. Визуальным наблюдением и инвентаризацией охвачены 23 водных объекта и сооружения на территории Тюменцевского, Баевского, Волчихинского, Егорьевского, Немецкого национального, Новичихинского, Родинского, Суетского районов и Славгородского городского округа. На каждом объекте проводилась оценка состояния откосов дамб и плотин, мест примыкания гидротехнических сооружений к коренным берегам, состояния водосбросов и водовыпусков, наполненности водохранилища или пруда, степени зарастания акватории водной растительностью, видов современного использования. В целом по результатам оценки 54 % прудов имеют хорошее и удовлетворительное состояние, на 2/3 из них проводится текущий ремонт. Остальная часть (46%) находится в неудовлетворительном состоянии и требует капитального ремонта, наполнены не полностью, водосливы заилены или не работают, акватория зарастает водной растительностью. При этом все обследованные водохранилища имеют собственников, обсуживаются, имеют удовлетворительное и хорошее состояние.

Ключевые слова: водохранилища, пруды, орошение, степная зона, Алтайский край.

Abstract. The relevance and importance of research to assess the condition of hydraulic structures is shown. An analysis of program documents on the development of land reclamation was carried out using the example of the Altai Territory. The results of a field survey of reservoirs and ponds primarily for reclamation purposes in the steppe zone of this region are presented. Visual observation and inventory covered and structures in the Tyumentsevsky, Bayevsky, Volchikhinsky, Yegoryevsky, German National, Novichikhinsky, Rodinsky, Suetsky districts and Slavgorod urban district. At each site, an assessment was made of the condition of the slopes of dams and dams, the junction of hydraulic structures with the bedrock banks, the condition of spillways and water outlets, the fullness of the reservoir or pond, the degree of overgrowth of the water area with aquatic vegetation, and types of modern use. In general, according to the assessment results, 54% of the ponds are in good and satisfactory condition, 2/3 of them are undergoing ongoing repairs. The rest (46%) is in unsatisfactory condition and requires major repairs, they are not completely filled, the spillways are silted or do not work, and the water area is overgrown with aquatic vegetation. Moreover, all surveyed reservoirs have owners, are maintained, and are in satisfactory and good condition.

Key words: reservoirs, ponds, irrigation, steppe zone, Altai krai.

Введение. В последние десятилетия значимость построенных ранее гидротехнических систем (ГТС) мелиоративного типа в степных регионах России только возрастает. Подтверждают это и результаты научных исследований [1], и многочисленные публикации ученых в средствах массовой информации [2].

В бессточной области Обь-Иртышского междуречья в пределах степной зоны Алтайского края за период 1961-2020 гг. количество таких опасных метеорологических явлений, как сильная и аномально сильная жара увеличилось. По данным метеостанций Рубцовск, Славгород, Камень-на-Оби рост составил соответственно +0,03 и +0,08, +0,03 и +0,2, +0,004 и +0,1 [1, с. 304].

Естественным проявлением таких опасных метеоявлений являются засухи, которые вызывают серьезные риски для урожая. В 2023 г. губернатор Алтайского края был вынужден

ввести режим ЧС из-за засухи в 61 муниципалитете региона, то есть практически на всей территории края [3].

До недавнего времени в регионе действовала подпрограмма «Развитие мелиоративного комплекса Алтайского края» на период до 2025 г., которая являлась одним из блоков программы «Развитие сельского хозяйства Алтайского края» [4]. С 2024 г. вступает в силу новое постановление Правительства Алтайского края [5].

Согласно предыдущей редакции государственной программы Алтайского края «Развитие мелиорации земель Алтайского края сельскохозяйственного назначения» [6], только за 2012-2014 гг. в эксплуатацию введено 5,5 тыс. га орошаемых земель, в том числе проведено создание орошаемых участков площадью 1,1 тыс. га, реконструированы оросительные системы на 4,4 тыс. га. На эти цели сельскохозяйственным товаропроизводителям края были выделены средства государственной поддержки в размере 199,0 млн руб., в том числе из федерального бюджета – 144,0 млн руб., из краевого бюджета – 55,0 млн рублей.

Развитие мелиоративного комплекса Алтайского края включало следующие мероприятия:

– государственная поддержка проводимых сельхозтоваропроизводителями гидромелиоративных мероприятий;

– субсидирование части затрат на проведение агролесомелиоративных мероприятий;

– возмещение части затрат на проведение культуртехнических мероприятий;

– поддержка проведения мероприятий в области известкования кислых почв на пашне;

– поддержка проведения при реализации гидромелиоративных мероприятий проектных и изыскательских работ.

Из всех гидротехнических сооружений, к которым относятся различные ГТС (плотины, здания гидроэлектростанций, водосбросные, водоспускные и водовыпускные сооружения, туннели, каналы, насосные станции, судоходные шлюзы, судоподъемники; сооружения, предназначенные для защиты от наводнений и разрушений берегов водохранилищ, берегов и дна русел рек; сооружения (дамбы), ограждающие хранилища жидких отходов промышленных и сельскохозяйственных организаций; устройства от размывов на каналах, а также другие сооружения, предназначенные для использования водных ресурсов и предотвращения вредного воздействия вод и жидких отходов), к обслуживаемой отрасли водного хозяйства относятся только:

– мелиоративные, предназначенные для орошения, осушения и обводнения земель (водозаборы, насосные станции, пруды, оросительные и осушительные каналы и сооружения на них);

– гидроэнергетические, служащие для использования водной энергии (здания гидроэлектростанций, напорные бассейны, уравнительные камеры, безнапорные и напорные деривационные сооружения);

– воднотранспортные – для целей судоходства (судоходные шлюзы и каналы, судоподъемники, морские порты, волноломы, речные пристани и причалы) и лесосплава (запани, боны, лесотаски, лотки, бревноспуски и плотоходы);

– водопроводные и канализационные – для целей водоснабжения (водозаборы, водоводы, насосные станции, водонапорные башни, резервуары, каптажные сооружения, очистные устройства, ливнепроводы и коллекторы);

– рыбохозяйственные – рыбоходы, рыбоподъемники, рыбоходные шлюзы и рыбоводные пруды.

Материалы и методы. На территории Алтайского края расположены около 2500 гидротехнических сооружений из них: 46 водохранилищ емкостью 0,5-0,1 млн м^3, 128 ГТС емкостью водохранилищ более 0,5 млн м^3 и напором на сооружении более 3 м, в т.ч. 4 водохранилища емкостью более 10 млн м^3. Большинство ГТС прудов и водохранилищ строились в 1970-1980 гг. с целью орошения и обводнения сельскохозяйственных земель и находились на балансе сельскохозяйственных предприятий края [7]. Шестнадцать объектов находятся в федеральной собственности, они стоят на балансе в управлении «Алтайводмелиорация». Характеристики некоторых из них приведены *таблице 1*.

В 2019-2021 гг. на территории края, во исполнение поручения Президента Российской Федерации от 23.07.2019 № Пр-1430 «О мерах по ликвидации последствий наводнения на территории Иркутской области», была проведена инвентаризация прудов и водохранилищ. По итогам инвентаризации по состоянию на 01.01.2022 г. в крае числится 215 прудов и

водохранилищ, в том числе 71 бесхозяйный. Следует отметить, что ещё не все ГТС прошли инвентаризацию.

Таблица 1

Данные паспортов мелиоративных систем по состоянию на 2022 год (https://inform-raduga.ru/gts)

ГТС	Дата ввода в эксплуатацию	Даты реконструкции	Проектная мощность, тыс. м^3	Фактический физический износ, %	Оценка технического состояния
Алейская оросительная система	1936-1989	2015-2022, 2022-2027	21 212,00	90	требующее капитального ремонта
Кулундинский магистральный канал	1983	не проводилась	32 000,00	85	ограниченно-работоспособное
Бурлинская оросительная система	1991	не проводилась	165 000,00	70	ограниченно-работоспособное
Водохранилище на р. Алей с. Гилево	1979	не проводилась	471 000,00	60	работоспособное

В этой связи, в рамках выполнения работ по гранту РФФИ № 21-55-75002 «Разработка рекомендаций в целях устойчивого совместного использования почв и грунтовых (подземных) вод: принятие решений при поддержке и участии заинтересованных сторон» и бюджетному проекту ИВЭП СО РАН № 0306-2021-0002 «Изучение механизмов природных и антропогенных изменений количества и качества водных ресурсов Сибири с использованием гидрологических моделей и информационных технологий» проведены натурные обследования 23 ГТС. Экспедиционный выезд коснулся ГТС, расположенных на территории Тюменцевского, Баевского, Волчихинского, Егорьевского, Немецкого национального, Новичихинского, Родинского, Суетского районов и Славгородского городского округа.

Натурные наблюдения проводили визуальными методами. Обследование было направлено на оценку:

– состояния откосов дамб и плотин;
– места примыкания ГТС к коренным берегам;
– состояния водосбросов и водовыпусков;
– наполненности водохранилища или пруда;
– степени зарастания акватории водной растительностью;
– видов современного использования.

Результаты исследований и их обсуждение. В *таблице 2* представлены результаты обследования на примере отдельных ГТС.

Таблица 2

Современное состояние обследованных ГТС *(фрагмент таблицы)*

Место нахождения	Назначение (использо-вание)	Состав, компоновка сооружений напорного фронта	Объем водохранилища, млн м^3	Состояние ГТС
Водохранилище расположено в 5 км западнее села Тюменцево на реке Черемшанка	Орошение, рыбалка	Плотина земляная, насыпная, по гребню дорога. Шахтный водосброс с бетонным башенным оголовком с переливом по всему периметру, совмещенный с донным водовыпуском. Ледозащитная стенка	6,31	Плотина в хорошем состоянии. Водохранилище наполнено.

Место нахождения	Назначение (использо-вание)	Состав, компоновка сооружений напорного фронта	Объем водохранилища, млн м^3	Состояние ГТС
		из железобетонных свай с ростверком		
Водохранилище на р. Кучук северо-западнее села Нижний Кучук	Промышлен-ное и хозяйственно-бытовое, рыбалка, купание	Плотина земляная, насыпная, по гребню асфальтированная дорога. Водосброс в плече плотины открытого типа из монолитного железобетона с сегментным затвором	3,0	Хорошее. Водохранилище наполнено
Пруд на логу Жерновский в селе Титовка	Водопой скота, рыбалка	Земляная плотина, по гребню дорога. Трубчатый водосброс с бетонным башенным оголовком с переливом по всему периметру, совмещенный с донным водовыпуском	0,94	Удовлетворительное. Пруд наполнен. Донный водослив не работает. Перелив воды при наполнении пруда происходит через верхнюю стенку водосброса
Пруд на реке Гаселиха «Ворошиловский» (оз. Хохлы) в селе Новичиха	Орошение, рыбалка	Земляная плотина, по гребню дорога. Трубчатый водосброс с бетонным башенным оголовком с переливом по всему периметру, совмещенный с донным водовыпуском	0,46	Хорошее. Пруд наполнен

В результате выполненных натурных исследований установлено, что большинство обследуемых ГТС находятся в хорошем и удовлетворительном состоянии, требуется текущий ремонт. У некоторых ГТС не работают водосливы и переливы, что может привести к промыву тела плотины в многоводный год. Некоторые пруды и пруды-копани заброшены и не наполняются, так как перестали орошаться сельскохозяйственные угодья. Значительная часть из них не эксплуатируется из-за реорганизации колхозов и совхозов, в этом случае водные объекты потеряли не только свое назначение, но и собственников. Из 23 обследованных ГТС только на одном проведена реконструкция, еще на одном ведется.

Выводы. В целом по нашим оценкам 54% прудов имеют хорошее и удовлетворительное состояние, на 2/3 из них проводится текущий ремонт. Остальная часть (46%) находится в неудовлетворительном состоянии и требует капитального ремонта, наполнены не полностью, водосливы заилены или не работают, акватория зарастает водной растительностью. Все обследованные водохранилища имеют собственников, обсуживаются, имеют удовлетворительное и хорошее состояние.

Исследование выполнено в рамках гранта РФФИ № 21-55-75002 «Разработка рекомендаций в целях устойчивого совместного использования почв и грунтовых (подземных) вод: принятие решений при поддержке и участии заинтересованных сторон» и бюджетному проекту ИВЭП СО РАН № 0306-2021-0002 «Изучение механизмов природных и антропогенных изменений количества и качества водных ресурсов Сибири с использованием гидрологических моделей и информационных технологий».

Список литературы

1. Паспорт климатической безопасности Алтайского края. Барнаул, 2022. 405 с.

2. Харламова Н.Ф. Климатолог рассказала о причинах засухи в Алтайском крае // Алтапресс. 21 июля 2020 г. URL: https://news.myseldon.com/ru/news/index/234547147 (дата обращения: 30.01.2024).

3. В Алтайском крае решили ввести режим ЧС из-за засухи // РИА Новости. 15.08. 2023 г. URL: https://ria.ru/20230815/zasukha-1890258597.html (дата обращения: 30.01.2024).

4. Постановление администрации Алтайского края №523 от 5 октября 2012 г. «Об утверждении государственной программы Алтайского края «Развитие сельского хозяйства Алтайского края»».

5. Постановление Правительства Алтайского края №453 от 29 ноября 2023 г. «Об утверждении государственной программы Алтайского края «Развитие сельского хозяйства Алтайского края»».

6. Постановление администрации Алтайского края №18 от 22 января 2014 г. «Об утверждении государственной программы Алтайского края «Развитие мелиорации земель Алтайского края сельскохозяйственного назначения».

7. Материалы к Государственному докладу о состоянии и использовании водных ресурсов Алтайского края в 2003 году. Барнаул: Изд-во «Алтайна», 2004. 112 с.

УДК 910.4 (470.45)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1118-1124

ДОКУЧАЕВСКИЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ СТЕПЕВЕДЕНИЯ И ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ

DOKUCHAEV PERIOD OF DEVELOPMENT OF STEPPE SCIECE AND LANDSCAPE SCIECE

Рябинина Н.О.
Ryabinina N.O.

Волгоградский государственный университет, Волгоград, Россия
Volgograd State University, Volgograd, Russia

E-mail: ryabinina@volsu.ru

Аннотация. На рубеже XIX-XX веков началось систематическое комплексное изучение ландшафтов степей, когда решались и практические задачи, направленные на оптимизацию природопользования, сохранение и восстановление ландшафтного и биологического разнообразия. Основоположником научного и прикладного ландшафтоведения и степеведения, почвоведения, и современной комплексной физической географии в целом является В.В. Докучаев, создавший учения о географических комплексах и природных зонах. Он является основателем первой в России общегеографической научной школы, основным направлением которой является исследование степных ландшафтов.

Под руководством В.В. Докучаева проводятся первые в мире комплексные экспедиции. Он впервые осуществил на практике принцип комплексного полевого исследования конкретных территорий. В.В. Докучаевым было положено начало принципиально новому методу исследований – стационарному. Результатом многолетних экспедиционных исследований стала фундаментальная книга «Наши степи прежде и теперь». В ней впервые В.В. Докучаевым была дана всесторонняя характеристика особенностям географических компонентов степных ландшафтов, их происхождения и современного состояния, проанализированы причины засух и кризиса сельского хозяйства, предложена детально разработанная программа оптимизации степного природопользования, заповедования степей в научных целях.

Ключевые слова: история изучения, ландшафтоведение, степеведение, степи.

Abstract. At the turn of the 19th and 20th centuries, a systematic comprehensive study of steppe landscapes began, when practical problems aimed at optimizing environmental management, preserving and restoring landscape and biological diversity were also being solved. The founder of scientific and applied landscape science and steppe science, soil science, and modern comprehensive physical geography in general is V.V. Dokuchaev, who created the doctrine of geographical complexes and natural zones. He is the founder of Russia's first general geographical scientific school, the main focus of which is the study of steppe landscapes.

Under the leadership of V.V. Dokuchaev carried out the world's first complex expeditions. He was the first to put into practice the principle of comprehensive field research of specific territories. V.V. Dokuchaev laid the foundation for a fundamentally new research method - stationary. The result of many years of expeditionary research was the fundamental book "Our Steppes Before and Now". For the first time V.V. Dokuchaev gave a comprehensive description of the features of the geographic components of steppe landscapes, their origin and current state, analyzed the causes of droughts and the agricultural crisis, and proposed a detailed program for optimizing steppe environmental management and conservation of steppes for scientific purposes.

Key words: history of study, landscape science, steppe science, steppes.

Введение. Становление научного почвоведения и ландшафтоведения, отечественной фитоценологии, географии растений и зоогеографии начиналось с изучения степей. Степеведение – наука одновременно и довольно старая и молодая. Основоположником научного и прикладного степеведения как и почвоведения, и ландшафтоведения, и современной комплексной физической географии в целом является В.В. Докучаев. Решение экологических проблем степного природопользования и сохранение степей, впервые обозначенных В.В. Докучаевым в 1892 г. (так называемый «степной вопрос») является актуальным и в настоящее время.

Развитие научных представлений о степях и степных ландшафтах имеет довольно длительную историю. В первой половине XIX в. не было ещё чёткого определения понятия «степь». Хотя А. Гумбольдт выделил степи как особые географические образования, а Е.Ф. Зябловский, К.И. Арсеньев, К.Ф. Герман, А.Н. Бекетов, Э.А. Эверсманн, К.С. Веселовский, М.Н. Богданов и С.И. Коржинский определили характерные черты степей России, степные

ландшафты не отделяли от пустынных и строго не связывали с чернозёмными и каштановыми почвами. Чернозёмная полоса лишь частично входила в выделяемую степную область, так как ещё не было изучено происхождение чернозёма.

На рубеже XIX-XX вв. по мере расширения представлений о степных ландшафтах, формируются два подхода в определении понятия «степь» – геоботанический и географический.

Согласно геоботаническому направлению, основным признаком степи является характер растительности – «преобладание травянистых ксерофильных многолетних растений» [1]. Следовательно, степной зоной считается та территория, где такой тип растительности доминирует в естественном растительном покрове. Родоначальником этого направления считается Э.А. Эверсманн, развивавший представление о степи как особом географическом единстве. Он утверждал [2], что степи с характерными для них почвами и климатом «производят своих животных и растения». Позднее геоботаническое направление было развито в работах С.И. Коржинского (1901), Г.Н. Высоцкого (1905), И.К. Пачоского (1917), В.В. Алёхина (1910, 1934), Б.А. Келлера (1931), Е.М. Лавренко (1940) и др. [3, 4].

Согласно географическому направлению, степи являются одной из широтных географических зон со специфичным комплексом природных условий. Определяющую роль в характеристике степной зоны наряду с типом растительности играют почвенный покров, континентальность климата, равнинность рельефа, отсутствие лесов на плакорах. Территории, расположенные в пределах степной зоны, не перестают быть степями в географическом смысле, если они были распаханы или естественная растительность была изменена в результате антропогенных воздействий. Яркими представителями этого направления являются А.Н. Бекетов, А.Н. Краснов, Г.И. Танфильев, Л.С. Берг, Ф.Н. Мильков [3, 4].

В истории изучения природы степей юго-востока Русской равнины, в т. ч. и территории Волгоградской области, автором выделяются следующие семь этапов: 1 – накопление первых сведений о природе степей и научные наблюдения начала XVIII в.; 2 – Академических экспедиций второй половины XVIII в.; 3 – изучение отдельных природных географических компонентов (первая половина XIX в.); 4 – первые системные исследования природы степной зоны второй половины XIX в.; 5 – комплексные исследования ландшафтов докучаевского периода (конец XIX – начало XX в.); 6 – советский; 7 – современный [3, 4].

Результаты исследований и их обсуждение. Если в первой половине XIX в. исследователи проводят комплексные описания и природы и хозяйства, в середине-конце XIX в. преобладает покомпонентное изучение природы (флоры, фауны, геологии, почв и пр.), то на рубеже XIX-XX вв. началось систематическое комплексное изучение ландшафтов степей, когда решались и практические задачи, направленные на оптимизацию природопользования и сохранение ландшафтного, биологического разнообразия. В конце XIX в. в России формируется первая общегеографическая научная школа, основным направлением которой является исследование степных ландшафтов. Её основателем стал профессор С.-Петербургского университета, создатель научного почвоведения и науки о природных комплексах и природных зонах, выдающийся русский учёный В.В. Докучаев. Он возглавлял крупнейшие комплексные экспедиции: «Нижегородскую» (1882-1886), «Полтавскую» (1888-1894) и «Особую экспедицию ...» (1892-1898), в работе которых принимали участие почвоведы, геологи, зоологи, метеорологи, ботаники и др. Он впервые применил на практике принцип комплексного полевого исследования конкретных территорий, положил начало принципиально новому методу исследований – стационарному. Школу знаменитых докучаевских экспедиций прошли многие впоследствии выдающиеся отечественные учёные: А.Н. Краснов, Г.И. Танфильев, Н.М. Сибирцев, К.Д. Глинка, В.И. Вернадский, Г.Ф. Морозов, Г.Н. Высоцкий и др. Среди докучаевцев первого поколения, которые стали его учениками «заочно», были Л.С. Берг, почвоведы-географы Б.Б. Полынов, С.С. Неуструев и др. [5, 6]. К докучаевской школе примыкали известные географы, биогеографы и геоботаники Р.И. Аболин, В.Н. Сукачев, Б.А. Федченко, В.А. Дубянский, И.М. Крашенинников, В.Л. Комаров, И.В. Мушкетов и ряд других учёных, внёсших значительный вклад в развитие географической науки в дореволюционный и советский периоды [5, 6].

В этот период Департамент земледелия, Лесной департамент, Вольное экономическое общество, земские и другие государственные учреждения организовывали исследования для выяснения причин снижения плодородия почв и засух. Крупнейшие комплексные экспедиции: «Нижегородскую» (1882-1886 гг.), «Полтавскую» (1888-1894) и «Особую экспедицию по испытанию и учёту различных способов и приёмов ведения лесного и водного хозяйства в степях

России» (1892-1898 гг.), в работе которых принимали участие почвоведы, геологи, зоологи, метеорологи, ботаники и др., возглавлял их В.В. Докучаев. Он впервые осуществил на практике принцип комплексного полевого исследования конкретных территорий. В ходе последней экспедиции В.В. Докучаевым было положено начало принципиально новому методу исследований – стационарному. На трёх опытных участках (стационарах) степных ландшафтов – Хреновском (Каменная степь в Воронежской губернии), Деркульском (водораздел Дона и Северского Донца) и Велико-Андольском (в бывшем Мариупольском уезде недалеко от побережья Азовского моря) – осуществлялось многолетнее изучение всего комплекса природных процессов в их динамике, одновременно велись опыты по «разумному» использованию степных ландшафтов. В своей работе В.В. Докучаев умел сочетать высокий теоретический уровень исследований с практической целенаправленностью. Школу знаменитых докучаевских экспедиций прошли многие впоследствии выдающиеся учёные. Среди них, ставшие ещё при жизни В.В. Докучаева известными географами А.Н. Краснов, автор ряда фундаментальных книг («Травяные степи северного полушария» (1894) и др.), первый в России доктор географических наук, возглавивший в 1889 г. кафедру географии в Харьковском университете, основавший в 1912 г. Батумский ботанический сад, и Г.И. Танфильев, возглавивший такую же кафедру в 1905 г. в Новороссийском университете (г. Одесса); виднейшие почвоведы-географы Н.М. Сибирцев и К.Д. Глинка, разносторонний учёный и мыслитель В.И. Вернадский. Выдающие географы-натуралисты Г.Ф. Морозов (создатель науки о лесе и научных принципов лесоводства) и Г.Н. Высоцкий не были студентами В.В. Докучаева, но начинали свою научную деятельность под его руководством в составе Особой экспедиции Лесного департамента. Среди докучаевцев первого поколения, которые стали его учениками «заочно», были его главный приемник в сфере географии Л.С. Берг, почвоведы-географы Б.Б. Полынов, С.С. Неуструев и др. [6]. К докучаевской школе примыкали известные географы, биогеографы и геоботаники Р.И. Аболин, В.Н. Сукачев, Б.А. Федченко, В.А. Дубянский, И.М. Крашенинников, В.Л. Комаров и ряд других учёных, внёсших значительный вклад в развитие географической науки в дореволюционный и в советский период.

Результатом многолетних экспедиционных исследований В.В. Докучаева стала фундаментальная книга «Наши степи прежде и теперь», изданная в 1892 г. В ней была дана всесторонняя характеристика особенностям географических компонентов степных ландшафтов, их происхождения и современного состояния, проанализированы причины засух и кризиса сельского хозяйства, предложена детально разработанная программа оптимизации степного природопользования, заповедования степей в научных целях. В.В. Докучаев отмечал, что причиной засух и неурожаев была «неразумная эксплуатация и расхищение природных богатств русской земли», приведшая к иссушению и потере плодородия почв, росту оврагов и смыву почв, снижению уровня грунтовых вод и обмелению рек. Он установил, что накоплению влаги в почве благоприятствует не только лес, но и целинные участки степи, где благодаря густой растительности и степному «войлоку» практически отсутствует поверхностный сток. Для борьбы с засухами и другими неблагоприятными явлениями природы В.В. Докучаев предлагал мероприятия по борьбе с эрозией почв, внедрение травопольной системы земледелия, запрещение распашки склонов, разработку наиболее оптимальных для степной зоны приёмов обработки почвы и норм разумного землеустройства (соотношения площадей полей, пастбищ, сенокосов и лесов), а также – закрепление оврагов при помощи посадок деревьев и кустарников, регулирование стока путём создания лесополос, верховых прудов для задержания талых и дождевых вод, плетней и живых изгородей, восстановления пойменных и байрачных лесов, облесения и восстановления травянистой растительности на песках, каменистых склонах и эродированных землях. Но при этом В.В. Докучаев настаивал на том, что прежде чем что-либо улучшать в природопользовании, необходимо изучить «всю единую, цельную, неделимую природу, а не отдельные её части, ... все естественные факторы (почва, климат с водой, и организмы) исследовать всесторонне и непременно во взаимной связи» ... «в каждой губернии, уезде и в каждом отдельном имении» [6, с. 106]. Для этого, по мнению В.В. Докучаева, было необходимо, во-первых, создание в России «чисто научных институтов – Почвенного, Метеорологического и Биологического (изучение растений и животных), ... задачей которых должно быть ... научное исследование важнейших естественнонаучных основ русского сельского хозяйства»; во-вторых, организация «опытных станций, как научно-практических, так и чисто практических, ... как правительственных, так и земских – провинциальных и частных по вопросам земледелия и зоотехники»; в-третьих, подготовка профессиональных агрономов и

других специалистов; и в-четвёртых – для подъёма сельского хозяйства «мало одной науки и техники ... для этого необходима *добрая воля, просвещённый взгляд* на дело, и *любовь к земле* самих землевладельцев, а этому ... может пособить лишь школа – школа низшая, школа средняя и школа высшая, университетская» [6, с. 106-109]. В.В. Докучаев является не только создателем научного почвоведения и ландшафтоведения, но и основателем прикладной географии, точнее – прикладного ландшафтоведения [6].

Хотя в этот период маршруты собственно докучаевских экспедиций проходили за пределами современной Волгоградской области, исследования её территории также приобретают комплексный физико-географический характер. В 1884-1885 гг. на обширной территории Ергеней и Калмыцкой степи на правобережье Волги (Сарпинской низменности) по поручению Геологического комитета России работала комплексная экспедиция под руководством русского географа и геолога профессора И.В. Мушкетова, известного путешественника и исследователя гор Средней Азии – Тянь-Шаня и Памиро-Алая. Основной задачей экспедиции было составлений десятивёрстной геологической карты. В её состав входили горный инженер В.М. Гекем и выпускник Петербургского университета А.Н. Краснов, ученик В.В. Докучаева, впоследствии выдающийся географ, ландшафтовед, геоботаник. Он первым ввёл в научную литературу понятие «географического комплекса». А.Н. Краснову были поручены физико-географические, геоботанические и палеогеографические исследования. Он впервые изучает взаимосвязи почв и растительности на территории Ергеней и Сарпинской низменности. Позднее, в 1890 г. в этом же регионе и в Заволжье проводил флористические исследования ботаник И.К. Пачоский, составивший обширный список (908 видов) растений и отдельный список для окрестностей оз. Баскунчак (108 видов), итогом его экспедиции стала монография «Флорографические и фитогеографические исследования калмыцких степей» [8].

В 1902-1905 гг. в окрестностях Сарепты в бывшем Царицынском уезде Саратовской губернии почвовед Н.А. Димо и геоботаник Б.А. Келлер (1907), изучавшие почвы и растительный покров на северо-западе Ергенинского плато, впервые выделили особую природную зону «*полупустыни*» и ввели этот термин в научную литературу. Они рассматривали полупустыню как природную зону, для которой характерны и степные, и пустынные растительные сообщества. В 1905 г. составе «Волжской экспедиции», которой руководил почвовед Н.А. Димо, работал геолог А.Д. Архангельский, собиравший материалы по поручению Саратовского губернского земства для новой геологической карты Саратовской губернии. Итогом этих исследований стала книга «В области полупустынь. Почвенные и ботанические исследования на юге Царицынского уезда Саратовской губернии», изданная в 1907 г. в Саратове. В ней впервые в истории науки точно и многосторонне были выявлены закономерности, управляющие развитием и географическим распределением почв и растительности в полупустыне, дано описание засолённых почв (солонцов, солончаков) и их растительности. Почвенная часть занимала две трети книги, в ней Н.А. Димо дал характеристику типичным почвам и почвенным комплексам, изложил разработанную им оригинальную, до того никем не применявшуюся методику картирования почв, как в известных до него масштабах, так и в очень крупных масштабах 1 : 1000, 1 : 336 и др., а также методику составления почвенно-геоморфологических профилей на основе инструментальной нивелировки. В ботанической части Б.А. Келлер изложил свой оригинальный метод описания растительных ассоциаций – метод пробных площадок, который впоследствии был признан как наиболее удобный и точный метод исследования. Составляя списки растений на пробных площадках, он распределял их на экологически различные группы: многолетники и однолетники (среди высших растений), мхи, лишайники и водоросли [3].

В 1901-1902 гг. ландшафты Цимлянского и Арчедино-Донского натеррасного песчаного массивов и меловых обнажений на правобережье Дона между Калачом и ст. Голубинской изучал географ, геоботаник В.Н. Сукачев (1903), позднее в 1940-е гг., создавший новое научное направление – биогеоценологию, и ставший инициатором создания сети биогеоценотических стационаров для изучения функционирования природных комплексов по всей территории СССР [3, 4].

В начале XX в. на территории современной Волгоградской области организуются систематические работы по исследованию свойств ландшафтов натеррасных песчаных массивов Среднего Дона в целях их закрепления и лесоразведения. Впервые эти пески подробно описывает В.А. Дубянский в ходе геоботанического обследования Воронежской губернии и северной части Донской области 1903-1915 гг. [4]. В 1903 г. он изучает флору и растительность меловых обнажений на правобережье Хопра от Урюпинска до устья. В 1910-1911 гг., в ходе экспедиции, организованной Г.Ф. Морозовым, В.А. Дубянский исследует условия произрастания сосновых

культур на песках Дона. Происхождение, строение песчаных массивов на террасах Дона и его притоков, эволюцию их ландшафтов и образование почв изучал Б.Б. Полынов (1927) во время экспедиций 1913-1915 гг. В этот период защитному лесоразведению посвящены работы А.Д. Гожева (1929), А.Г. Гаеля (1952) [4].

В 1913-1915 гг. ландшафтовед, почвовед Б.Б. Полынов вместе с геоботаником И.В. Новопокровским, геологом К.И. Лисициным и лесничим И.П. Антоновым в составе экспедиции, организованной Лесным отделением Областного правления Войска Донского, изучал ландшафты и почвенно-растительный покров войсковых песчаных лесничеств: Ореховского (на р. Медведицы), Арчедино-Рахинского, Александровско-Дубовского (Шакинского), Голубинского. Особенно интересны научные работы, связанные с изучением натеррасного массива песков напротив станицы Голубинской. В 1915 г. И.В. Новопокровский в «Отчёте о геоботанических обследованиях войсковых песчаных лесничеств Донской области» описывает в этом районе ландшафт подвижных песчаных барханов высотой 10-15 м, которые надвигались на пойму р. Дон, где были вырублены пойменные леса. Исследуя остатки березовых и осиновых колков на песках, частично или полностью засыпанные лиманы и пни деревьев в межбарханных котловинах, он приходит к выводу, что движущиеся барханы имеют неприродное происхождение. В своем отчёте И.В. Новопокровский (1915, 1916) указывает на то, что несколько десятков лет назад здесь были типчаково-ковыльные степи на серопесчаных почвах с мягко-холмистым рельефом, понижения были заняты лиманами и древесной растительностью. «Хищническое хозяйничание человека, пустившего скот на пески и истребившего колки… превратило степь в пустыню... С учреждением лесничеств эти пески уже не служат для выпаса и начали понемногу зарастать» [4]. Правда, Б.Б. Полынов, исследовавший «песчаные пустоши» в 1917 г., утверждал, что «Голубинские барханы – более естественного происхождения, чем ставшие таковыми под влиянием человека». Но показательно следующее. Уже в 1936 г. географ Н.Е. Дик не обнаруживает в Голубинском массиве подвижных барханов и описывает здесь ландшафт бугристых песков, сходных с южной частью Арчединского массива. Следовательно, за 20 лет, прошедших между наблюдениями этих исследователей, барханы прекратили свое существование и под влиянием процессов самозарастания превратились в неподвижные бугристые пески. Огромный накопленный фактический материал позволил И.В. Новопокровскому обосновать классификацию и зональное расчленение степей юго-востока Русской равнины [8].

В предреволюционный период на территории современной Волгоградской области вели комплексные географические исследования известные русские учёные, большинство из которых прошли школу экспедиций В.В. Докучаева и продолжили разработку его идей. Прежде всего следует отметить работы Л.С. Берга, проведшего первое зональное районирование России (1913), Г.Н. Высоцкого, уточнившего границы природных зон, разработавшего научно обоснованные приёмы степного лесоводства (1905) и свое представление о ландшафте ли [5]. Кроме того, Г.Н. Высоцкий является основоположником идеи создания карт, названных позднее ландшафтными. Впервые в 1913-1916 гг. Б.Б. Полынов при изучении массивов песков на террасах Среднего Дона и И.В. Ларин, исследовавший север Прикаспийской низменности, независимо друг от друга, применили полевую ландшафтную съёмку и составили ландшафтные карты районов исследования [5]. Позднее И.В. Ларин создал первый ландшафтный определитель, который даёт возможность по характерным растениям-индикаторам определить другие компоненты геосистемы. Б.Б. Полынов на основе детальных физико-географических исследований массивов донских песков создал генетическое направление в ландшафтоведении, он впервые в единстве рассматривал происхождение, динамику и эволюцию ландшафта [4].

В то же время появляется ряд трудов, посвященных вопросам сохранения степной и лесной растительности на юге Европейской России. Один из известных представителей докучаевской научной школы, географ Г.Н. Высоцкий в 1903 г. и 1913 г. проводил ландшафтные исследования на севере Ергенинской возвышенности, в ходе которых составил первые геоботанические описания естественной растительности (в т. ч. лесных урочищ в верховьях р. Тингуты), искусственных лесонасаждений с детальной физико-географической характеристикой. В своей книге «Ергеня» (1915) одним из первых обратил внимание на процессы изменения растительности под влияние хозяйственной деятельности, в основном перевыпаса. Он впервые в своих работах рассматривает взаимосвязи между растительностью и климатическими факторами на примере растительных сообществ в южно-русских степях (в т.ч. и лесов), и предпринимает попытку систематизировать жизненные формы степных растений. В этот же период появились описания эндемичной флоры меловых обнажений по Волге (Балыклейско-Иловлинского района) и по

Дону и его притокам Д.И. Литвинова (1890), В.Н. Сукачева (1902), В.И. Талиева (1906), где также указывалось на необходимость сохранения этих уникальных сообществ. В 1917 г., изучая степи Нижнего Дона, крайний юго-запад нашей области посетил талантливый ботаник-флорист К.М. Залесский, описавший донские степи до начала их массовой распашки.

В отличие от ботанических исследований изучение фауны и животного мира в дореволюционный период после Э.А. Эверсманна и К.М. Бэра практически не проводились.

Практические работы по охране и восстановлению почвенно-растительного покрова (борьба с эрозией почв, особенно песчаных и супесчаных) на территории современной Волгоградской области начинаются с 1880 г. Россия по праву может считаться родиной защитного лесонасаждения. В нашей области старейшими защитными насаждениями на натеррасных песках являются Арчединские сосновые боры. Первые опытные посадки были проведены здесь в 1880-1884 гг., до наших дней они не сохранились. В 1885-1893 гг. посадки сосен велись уже на больших площадях неразбитых серопесчаных супесей. Насаждения этого времени сохранились в урочище Грядина. В 1900 г. А. Колесов впервые в мире обосновывает метод облесения чистых сыпучих песков, при котором посадки сосен производятся под защитой высаженной ранее кустарниковой ивы – шелюги. Используя этот метод, в 1894-1910 гг. были успешно закреплены чистые развеваемые пески Арчедино-Донского массива. Затем из-за революций и войн работы по лесоразведению были прерваны и возобновились только в конце 1920-х гг. Последующие посадки на больших площадях Арчедино-Донских песков производились уже в 1940 г.

В систему мероприятий по борьбе с засухой на юге Русской равнины В.В. Докучаев (1892) включал создание в степях лесных полос в междуречьях. В рассматриваемом регионе на территории Саратовской губернии такие лесополосы были заложены в 1890 г. по водоразделам рек Медведицы, Терсы, Щелкана (Еланский, Жирновский административные районы Волгоградской области). Эти работы велись удельным ведомством под руководством русского лесовода Н.Г. Генко. Были созданы Козловская водораздельная полоса, Терсинская и Тарапатинская лесные полосы, сохранившиеся до настоящего времени. В сочетании с естественными лесами эти насаждения создают единую противоэрозионную сеть.

Для защиты г. Камышина от заносов песка в 1903 г. организуется казенный древесный питомник, снабжавший посадочным материалом не только Саратовскую, но и Астраханскую губернию. В 1913 г. он расширяется за счёт дендрологических посадок на месте суходола Кирпичный и насчитывает 43 вида деревьев и кустарников.

Геоэкологический кризис, охвативший в конце XIX в. многие регионы в степной зоне Европейской части России и быстрое исчезновение целинных степей стали толчком развития природоохранного движения и создания особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и прикладного ландшафтоведения. К 1880-1890 гг. луговые и разнотравно-дерновинно-злаковые чернозёмные степи на юго-востоке Русской равнины оставались не распаханными только землях Войска Донского, на территориях государственных и частных конезаводов, а также – в заповедных имениях крупных землевладельцев. Дерновинно-злаковые степи на каштановых и тёмно-каштановых почвах, используемые как пастбищные и сенокосные угодья, в рассматриваемом регионе были распаханы позднее, в середине 1930-х гг. и 1950-х гг. в периоды подъёма целины в сухих степях [3, 9].

Отправной точкой комплексного изучения степных ландшафтов, началом научно обоснованных работ по их сохранению, восстановлению и рациональному природопользованию можно считать 1890-е гг. Для организации первых степных ООПТ большое значение имела возглавляемая В.В. Докучаевым «Особая экспедиция по испытанию и учёту различных способов и приёмов ведения лесного и водного хозяйства в степях России» (1892-1898). Эталонами степных кластерных ООПТ стали небольшие участки косимых и некосимых залежей на знаменитом научном стационаре «Каменная степь», организованном В.В. Докучаевым в южной подзоне лесостепи Воронежской области. В этот период развития природоохранных идей в России многие учёные – последователи и единомышленники В.В. Докучаева (А.Н. Краснов, А.А. Измаильский, И.П. Бородин, В.И. Талиев, Г.Н. Высоцкий, Г.И. Танфильев, Д.К. Соловьев и др.) писали о необходимости сохранения естественных степных ландшафтов. Именно из «степного вопроса» возникло само представление о заповедниках – эталонах природы, о необходимости их использования в научных и практических целях. Обоснование эталонного значения заповедников в степной зоне России впервые даётся в работах В.В. Докучаева («Русский чернозём» и др.), который считал, что объективное познание степей и

закономерностей их развития возможно только на участках, исключенных из хозяйственного использования. Высказанные учёными предложения легли в основу становления отечественного заповедного дела. По пути В.В. Докучаева в представлениях о заповедном деле пошли Г.А. Кожевников (1909), Д.Н. Анучин (1914), И.П. Бородин (1914), В.И. Талиев (1914), А.П. Семёнов-Тян-Шанский (1912; 1919), В.П. Семёнов-Тян-Шанский (1917, изд. 2012) и др. При этом И.П. Бородин, В.И. Талиев и В.П. Семёнов-Тян-Шанский особый акцент в природоохранительном движении ставили на неотложном решении проблемы создания степных заповедников [9].

Заключение. Если в первой половине XIX в. исследователи проводят комплексные описания и природы и хозяйства, в середине-конце XIX в. преобладает покомпонентное изучение природы (флоры, фауны, геологии, почв и пр.), то на рубеже XIX-XX вв. началось систематическое комплексное изучение ландшафтов степей, когда решались и практические задачи, направленные на оптимизацию природопользования и сохранение ландшафтного, биологического разнообразия. Результатом многолетних экспедиционных исследований В.В. Докучаева стала фундаментальная книга «Наши степи прежде и теперь», изданная в 1892 г. В ней была дана всесторонняя характеристика особенностям географических компонентов степных ландшафтов, их происхождения и современного состояния, проанализированы причины засух и кризиса сельского хозяйства, предложена детально разработанная программа оптимизации степного природопользования, заповедования степей в научных целях.

Список литературы

1. Лавренко Е.М. Степи СССР // Растительность СССР. М.-Л.: АН СССР, 1940. Т. II. С. 1-265.

2. Эверсманн Э.А. Естественная история Оренбургского края. Оренбург: тип. штаба Оренбургского корпуса, 1840. Ч. 1. 99 с.

3. Рябинина Н.О. Степеведение: Учеб. пособие. Волгоград: изд-во ВолГУ, 2014. 472 с.

4. Рябинина Н.О. Природа и ландшафты Волгоградской области: монография. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2015. 370 с.

5. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь // Классики русской агрономии о борьбе с засухой. М.: Изд-во АН СССР, 1951. С. 13-109.

6. Исаченко А.Г. Развитие географических идей. М.: Мысль, 1971. 416 с.

7. Исаченко А.Г. Теория и методология географической науки. М.: Академия, 2004. 400 с.

8. Сагалаев В.А. Очерки истории изучения флоры юго-востока Европейской России. Волгоград: Перемена, 2006. 224 с.

9. Рябинина Н.О. История и перспективы развития сети ООПТ в зоне степей юго-востока Русской равнины // Известия Алтайского отделения Русского географического общества (Известия АО РГО). 2017. № 2 (45). С. 61-72.

УДК 551.89; 911.52
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1125-1133

ПОСТКРИОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ В ЮЖНОМ ПРЕДУРАЛЬЕ

POST-CRYOGENIC FORMATIONS IN THE SOUTHERN URALS

Рябуха А.Г., Поляков Д.Г.
Ryabukha A.G., Polyakov D.G.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: annaryabukha@yandex.ru, electropismo@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена результатам изучения следов палеомерзлоты на территории Оренбургской области. Они хорошо сохранились в рельефе – в виде реликтового криогенного микрорельефа, представлены палеокриогенными нарушениями первичного геологического строения, а также ископаемыми остатками растений и животных, и прежде всего, мамонтовой мегафауны. Палеокриоиндикаторы изучены на примере урочища Мамантов яр на реке Илек в пределах Подуральского плато. Анализ космических снимков показал повсеместное распространение полигонально-блочного микрорельефа, с размером решетки от 30 до 80 м. Полевые исследования выявили в обрыве урочища Мамонтов яр два криогенных горизонтах, представленных псевдоморфозами по полигонально-жильным льдам, разбивающими погребенную почву и криотурбированным горизонтом. Были обнаружены костные фоссилизированные остатки позднеплейстоценовых животных – плюсневая кость верблюда *(Camelus knoblochi)* и нижний конец берцовой кости лошади *(Equus)*.

Ключевые слова: поздний плейстоцен, многолетняя мерзлота, псевдоморфозы по полигонально-жильным льдам, шерстистый мамонт, лессово-почвенные серии.

Abstract. The article is devoted to the results of the study of traces of paleofrost on the territory of the Orenburg region. They are well preserved in relief – in the form of a relict cryogenic microrelief, represented by paleocryogenic disturbances of the primary geological structure, as well as fossils of plants and animals, and above all, mammoth megafauna. Paleocryoindicators were studied on the example of the Mamantov Yar tract on the Ilek River within the Poduralsky plateau. Analysis of satellite images showed the ubiquity of polygonal-block microrelief, with a lattice size from 30 to 80 m. Field studies have revealed two cryogenic horizons in the cliff of the Mammoth Yar tract, represented by pseudomorphoses of polygonal-vein ice breaking the paleosoil and a cryoturbated horizon. Bone fossilized remains of Late Pleistocene animals were found – the metatarsal bone of a camel *(Camelus knoblochi)* and the lower end of the tibia of a horse *(Equus)*.

Key words: late Pleistocene, permafrost, pseudomorphoses on polygonal-vein ice, woolly mammoth, loess-soil series.

Введение. Геологические, геоморфологические образования, остатки растений и животных, служащие доказательством существования в геологическом прошлом многолетнемерзлых пород и связанных с ними криогенных процессов, называют палеокриоиндикаторами [1]. Палеокриоиндикаторы играют важную роль при реконструкции ландшафтно-климатических условий прошлого, а также для составления долгосрочного географического прогноза. Различают несколько типов индикаторов древних мерзлотных процессов: геоморфологические – реликтовые формы криогенного рельефа; геологические – криогенные нарушения первичного строения отложений и биологические – остатки растений и животных.

Геоморфологические индикаторы палеомерзлоты повсеместно распространены на водоразделах, пологих склонах и речных террасах в пределах позднеплейстоценовой криолитозоны [2, 3]. Они представлены полигонально-блочным, бугристо-западинным, крупноблочным микрорельефом, реликтовыми термокарстовыми западинами (палеоаласами), четковидными русловыми формами и хорошо дешифрируются на космических снимках по характерному рисунку сети полигонов, размеры которых изменяются от нескольких до сотен метров, подчиняясь геоморфологическим и литологическим факторам. Возникновение комплекса палеоформ рельефа было обусловлено существованием в прошлом обширной зоны многолетней мерзлоты, где основными рельефообразующими процессами были морозобойные растрескивания с образованием полигональной решетки и заполнением трещин водой (льдом) или грунтом [4].

Геологическими палеокриоиндикаторами в четвертичных отложениях являются полигональные клиновидные структуры (псевдоморфозы по полигонально-жильным льдам, изначально-грунтовые жилы, мелкополигональные трещинные образования) и пластические деформации пород [5]. Особое палеогеографическое значение придается псевдоморфозам – вторичным образованиям, возникшим на месте вытаявших ледяных или ледово-грунтовых жил, которые образовывались в многолетнемерзлых породах. Наличие в осадочных породах псевдоморфоз по полигонально-жильным льдам надежно свидетельствует о существовании в прошлом многолетнемерзлых пород с температурами грунтов не выше -3ºС [6]. Одновременно с псевдоморфозами в отложениях широко распространены изначально-грунтовые жилы, образование которых связано с повторяющимся морозобойным растрескиванием пород в пределах деятельного слоя, когда вода, заполняющая элементарную трещину и замерзающая в ней весной, летом оттаивала и замещалась породой [7]. Формирование пластических деформаций (криотурбаций и инволюций), имеющих в разрезе вид завихрений, изгибов, колец связано с процессами промерзания и оттаивания деятельного слоя, которые приводили к перемешиванию и внедрению горизонтов друг в друга [2].

Среди биологических индикаторов палеомерзлоты особая роль принадлежит костным остаткам позднеплейстоценового фаунистического комплекса, так называемой мамонтовой фауны. Типичными представителями которой были мамонт, шерстистый носорог, овцебык, сайгак, верблюд Кноблоха, бизон первобытный, зубр, олени благородный и северный и др. Для всех животных мамонтовой фауны характерны приспособления к жизни в условиях чрезвычайно сурового и холодного климата, в частности длинная и густая шерсть. Животные многих видов увеличились в размерах: большая масса тела и толстый слой подкожного жира помогали им легче переносить суровый климат [8]. Средой обитания мамонтовой фауны была гиперзона открытых тундро-степей, занимавшая в позднем плейстоцене значительную часть Северной Евразии, аналога которой нет в современных ландшафтах. Наиболее широкое распространение в Северной Евразии мегафауна достигла в МИС3 и МИС2 (44-10 тыс. лет назад) [9].

Свидетельства существования многолетнемерзлых пород на территории внеледниковой части Северной Евразии известны уже более ста лет. Они хорошо изучены в центе Восточно-Европейской равнины, на юге Западной Сибири, в Северном и Центральном Казахстане, Монголии и др. Полученные данные свидетельствуют о нескольких этапах существования мерзлоты как минимум со среднего плейстоцена, которые сменялись этапами ее деградации, а также о крайне динамичных ландшафтно-климатических условиях, которые запечатлены в лессово-почвенных сериях, представляющих собой чередование горизонтов лессов и погребенных почв [10]. В термохроны преобладало биогенное осадконакопление, и формировались почвы, в криохроны, когда происходило резкое по сравнению с современностью расширение плейстоценовых зон многолетней мерзлоты, накапливались горизонты лессов [11, 12]. Для лессово-почвенных серий характерны различные криогенные деформации – псевдоморфозы по полигонально-жильным льдам, изначально-грунтовые жилы, инволюции и криотурбации, которые формируют три самостоятельных криогенных горизонта, обладающих специфическими чертами строения и стратиграфической выдержанностью: смоленский (115-85 тыс. лет назад), владимирский (31-24 тыс. лет назад) и ярославский (20-12 тыс. лет назад) [3]. Выделенные криогенные горизонты, в свою очередь, являются важными хроностратиграфическими реперами. Данные литолого-геохимических исследований, криолитологии, морфоскопии зерен кварца, удельной магнитной восприимчивости, свидетельствуют о формировании покровной толщи преимущественно в криоксеротических условиях [13]. Лессовидные покровы служат материнской породой современных почв и перекрывают элементы рельефа и породы разного состава, генезиса и возраста, обеспечивая необходимые условия для формирования типично зональных степных ландшафтов.

На территории Оренбургской области, до недавнего времени, палеокриоиндикаторы были представлены в основном костными остатками мамонтовой мегафауны, находки которых, обычно без четких стратиграфических привязок, представлены в экспозициях практически всех районных музеев области. Самая крупная группа местонахождений верхнеплейстоценовой мегафауны, состоящая из 8 объектов, обнаружена в нижнем течении р. Бузулук и долине р. Самары (Курманаевский и Бузулукский районы Оренбургской области) в 2006 году Богдановым С.В. На каждом из местонахождений выявлена устойчивая комбинация из 30-35 видов ископаемой фауны (от 200 до 1500 находок). Наиболее массовыми представителями изученного фаунистического комплекса являлись мамонт, шерстистый носорог, широкорогий

бизон, широкопалая лошадь, большерогий олень, верблюд Кноблоха, благородный олень, сайга и др. Радиоуглеродные даты, полученные по образцам ископаемых костей, укладываются в интервал 42-37 тыс. лет назад [14].

Важное палеогеографическое значение имеют находки костных остатков мамонтовой мегафауны, которые имеют четкую стратиграфическую привязку и залегают in situ. На территории Оренбургской области таким объектом является урочище Мамонтов яр, расположенный на реке Илек и представляющий собой левобережный обрыв, высотой около 10 м. В 1993-1994 гг. на глубине 4,5 м в стенке обрыва были обнаружены остатки скелета мамонта *(Mammunthus primigenius Blum.),* определенные саратовским палеонтологом В.Г. Очевым, – позвонки, головки берцовых костей, части ребер, которые хранятся в коллекции Института степи УрО РАН [15].

Целью нашего исследования стало комплексное изучение верхнечетвертичных отложений урочища Мамантов яр с целью поиска геоморфологических, геологических и биологических следов палеомерзлоты. В предлагаемой статье публикуются первые результаты, полученные в полевой сезон 2023 года.

Материалы и методы. Урочище Мамонтов яр расположено на левобережном обрыве высокой террасы р. Илек в 1 км выше поселка Новоодесского Акбулакского района Оренбургской области *(рисунок 1)*.

В геоморфологическом отношении исследуемая территория находится на крайнем юго-востоке Восточно-Европейской равнины в пределах возвышенных эрозионно-денудационных пластово-ярусных равнин Подуральского плато. Абсолютные высоты участка составляют ~125-130 м над уровнем моря. В обрыве вскрыт разрез высокой террасы р. Илек, представленный в основном желто-серыми ожелезненными песками акчагыльского возраста, встречаются отдельные прослои с гравием и галькой, преобладает русловая косая слоистость. Более молодому циклу принадлежит верхняя часть разреза в интервале глубин 0,5-4,5 м, представленная субаэральными лессовидными отложениями с горизонтами погребенных почв [15].



Рисунок 1. Общий вид на разрез Мамонтов яр.

До начала полевых работ были отдешифрированы космические снимки высокого разрешения (2-8 м) картографических ресурсов Google Earth, Bing Maps, Yandex Maps с целью выявления полигональных образований как ведущих геоморфологических индикаторов палеомерзлоты.

При полевых исследованиях произведена зачистка стенки обрыва урочища Мамонтов яр. Выполнено детальное морфологическое изучение вертикальных обнажений и горизонтальных срезов на различной глубине, составлены описания вмещающих пород, детально изучены криогенные структуры, сделаны зарисовки и фотофиксация, а также произведен отбор образцов для лабораторных анализов.

Результаты и обсуждение. На космических снимках в пределах Подуральского плато на территории высоких надпойменных террас и водораздельных склонов р. Илек, сложенных с поверхности лессами и лессовидными суглинками, хорошо читается полигонально-блочный микрорельеф, определяемый по пятнистому рисунку и хорошо дешифрируемый по сети изометричных полигонов с размером решетки от 30 до 80 метров. На местности полигонально-блочный микрорельеф представлен пологими микроповышениями с относительной высотой 0,2-0,3 м округлых очертаний и разделяющей их сетью плоских ложбинообразных понижений. Чаще всего в рельефе он выражен слабо и на местности не заметен. Встречаются также блюдцеобразные неглубокие понижения округлой формы с плоскими днищами и пологими склонами, приуроченные к массивам лессовых пород, диаметром от 0,05-0,1 до 1-1,5 км, являющиеся наследием плейстоценовых термокарстовых озер.

Для речных долин небольших водотоков характерны четкообразные русла, состоящие из чередующихся по длине глубоких озеровидных расширений и соединяющих их узких проток, напоминающих четки или бусы. Озеровидные расширения наследуют древнюю полигональную решетку и образовались в результате протаивания ледяных тел, в узлах решетки полигонально-жильных льдов [3].

В пределах Подуральского плато в местах близкого расположения к поверхности меловых пород маастрихского яруса встречаются реликтовые пятна медальоны, получившие название «меловых полигонов». Они представляют собой микрорельеф различной степени выраженности по высоте с выходами меловых пород на поверхность, который имеет регулярное линейное распространение и образует полигональную сеть [16].

Зачистка стенки обрыва и описание вмещающих пород урочища Мамонтов яр выявила комплекс признаков, которые позволяют отнести данные породы к лессовым отложениям: устойчивость вертикальных стенок в естественных обнажениях, отсутствие слоистости, пористость, столбчатая (блочная) отдельность по перпендикулярным трещинам, высокая карбонатность, преимущественно пылеватый состав. В разрезе выделяется полифациальная толща осадков: современная почва (каштановая); континентальные осадки, представленные чередованием лёссов и развитой буровато-коричневой погребенной почвой, с криогенными структурами в виде псевдоморфоз клиновидного облика; в основании разреза – аллювиальные отложения, представленные криотурбированными желтовато-серыми песками. Строение разреза урочища Мамонтов яр представлено на *рисунке 2* и в *таблице 1*.

В разрезе установлены следы двух горизонтов с криогенными структурами, выраженными в виде псевдоморфоз и криотурбаций. Первый криогенный горизонт залегает на глубине ~1,1 м от дневной поверхности. Он представляет собой буровато-коричневую палеопочву (слой 6) и секущие ее клиновидные псевдоморфозы, расположенные на расстоянии 0,2-0,3 м друг от друга, которые заполнены материалом вышележащего слоя 5. Размеры клиньев колеблются от тонких прожилок, порядка нескольких см до крупных трещин шириной 0,3-0,4 м по верху. Вертикальная мощность клиньев достигает 1,5-2,0 м. Нижние части грунтовых жил часто имеют по несколько «хвостов» толщиной от 0,1 м до 0,01 м. Клинья выполнены желтовато-коричневой глиной, рыхлой, свежей, бесструктурной. Корни, карбонатные новообразования и поры в клиньях отсутствуют. В нижних тонких «хвостах» клиньев, хорошо видна вертикальная слоистость. Горизонтальная расчистка на глубине 1,6 м показала наличие хорошо выраженной полигональной сети, которая маркируется желтоватыми полосами на коричневом фоне палеопочвы. Размер вскрытых полигонов составляет ~0,30-0,40 м, ширина трещин ~0,05-0,08 м.

Предварительные результаты исследований (пока в отсутствии данных абсолютной геохронологии) и их сопоставление со сводной стратиграфической и геохронологической схемой строения горизонтов лессов и ископаемых почв Восточно-Европейской равнины [11] могут свидетельствовать, что в разрезе вскрыта брянская палеопочва, которая является одним из двух

главных стратиграфических почвенных уровней позднего плейстоцена. Она имеет радиоуглеродный возраст в диапазоне 33-25 тыс. лет назад, залегает обычно на глубине 1-5 м [11, 17]. Наиболее близкими аналогами брянской почвы, по мнению Т.Д. Морозовой, являются длительно-мерзлотно-таежные почвы Средней Сибири, развивающиеся по дерновому типу при активном воздействии криогенных процессов [18].

Криогенные структуры, деформирующие вскрытую палеопочву, хорошо коррелируют с владимирским криогенным горизонтом (25-23 тыс. лет назад) сводной стратиграфической и геохронологической схемы [11]. По мнению ученых, этот период характеризовался весьма суровыми климатическими условиями, существованием сплошной многолетней мерзлоты, где ведущим криогенным процессом было мелкополигональное растрескивание, и формировались структуры типа пятен-медальонов. Что также подтверждается размером полигонов, вскрытых горизонтальным срезом на глубине 1,6 м.

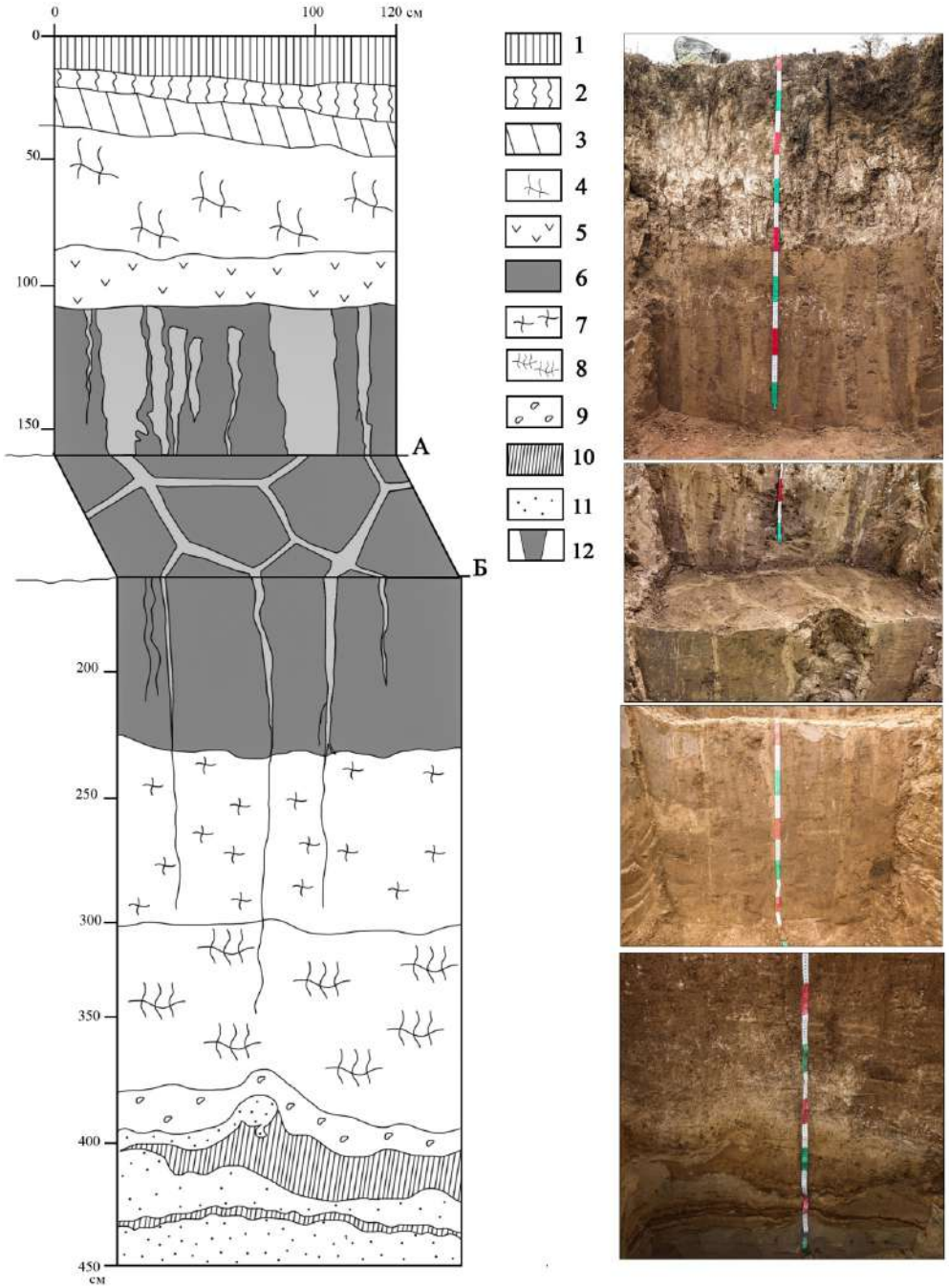


Рисунок 2. Строение почвенной толщи разреза Мамонтов яр.

Условные обозначения: 1-11, даны в таблице 1, 12 – грунтовые клинья; АБ – горизонтальный срез на глубине 155 см.

Таблица 1

Описание горизонтов урочища Мамонтов яр

№	Литостратиграфия	Мощность, м
1.	Суглинок, гумусированный, коричневато-серый, тяжелый, плотный, структура призматическая. Густо пронизан корнями. Нижняя граница постепенная по цвету, слабоволнистая. *(современная почва)*	0-0,15/0,20
2.	Суглинок, серовато-коричневый, с отдельными участками более светлого оттенка, тяжелый, плотный, структура призматическая. Корней много. Нижняя граница постепенная, затеками.	0,15/0,20-0,20/0,35
3.	Глина, коричневато-желтая, структура крупноблочная. Единично встречаются карбонатные прожилки. Корней мало. Нижняя граница волнистая, по появлению белогразки.	0,20/0,35-0,30/0,47
4.	Глина, светло-коричневая, тонкопористая, плотная. Структура крупноблочная, карбонатные новообразования в виде белоглазки и дисперсных пятен. Единичные корни. Нижняя граница ровная, переход постепенный по исчезновению карбонатов, резкий – по увеличению влажности.	0,35/0,47-0,88
5.	Глина, желтовато-коричневая, уплотненная, тонкопористая, структура глыбисто-крупно-комковатая, непрочная. В слое присутствует крупно песчаная линза, толщиной ~1 см, длиной ~16 см. Единичные корни. Нижняя граница ровная, переход ясный.	0,88-1,05
6.	Глина, буровато-коричневая, рыхлая, пронизана клиновидными структурами, заполненными желтовато-коричневым глинистым материалом из вышележащего горизонта. Структура ореховато-крупно-комковатая. По граням структурных отдельностей глинистые кутаны. В верхней части до глубины 1,2 м изобилует мелкокристаллический гипс, в виде пятен и полос. Карбонаты представлены пятнами. Крупные кротовины и гнезда, заполненные рыхлым гумусированным материалом. Нижняя граница волнистая. *(погребенная почва)*	1,05-2,20
7.	Суглинок, буровато-желтый, тяжелый, плотный, тонкопористый, структура крупно-блочная. Карбонаты представлены пятнами и прожилками. В нижней части появляются марганцевые примазки. Редкие кротовины. Горизонт разбит мелкими «хвостами» клиновидных образований, берущих начало выше. Нижняя граница ровная, переход заметный по цвету и структуре.	2,20-3,0
8.	Глина, коричневато-желтая, уплотненная, структура призматическая. Карбонаты представлены мицелярными формами. Изобилует марганцовыми микроконкрециями. Отмечен единичный «хвост» клиновидной структуры из вышележащего горизонта. Нижняя граница волнистая, переход постепенный.	3,0-3,70
9.	Суглинок, желтовато-палевый, тяжелый, бесструктурный. Встречаются марганцовые микроконкреции. Карбонаты в виде сети прожилок. Нижняя граница ровная.	3,70-3,90
10.	Суглинок желтовато-бурый, криотурбированый, бесструктурный Редкие точки карбонатов и марганцовые микроконкреции. Нижняя граница ясная, волнистая, карманообразная.	3,90/4,0-4,10-4,20
11.	Песок, желтовато-серый, крупнозернистый с прослоями бурого ожелезнения и включениями мелкой гальки, отмечена субгоризонтальная прожилка гумусированного материала, толщиной 3-5 мм. В верхней части горизонт криотурбированный. *(аллювий)*	3,95/4,50

Расположение костеносного слоя (обнаруженного в 90-х годах XX столетия) ниже уровня вскрытой палеопочвы на 1,5 метра, так же свидетельствует в пользу ее образования в брянский

интерстадиал, так как наибольшего расцвета мамонтовая фауна достигла на территории современных степей начиная с 44 тыс. лет назад. Кроме того, находки мамонтовой фауны, сделанные на территории Оренбургской области, имеют радиоуглеродные датировки в диапазоне 42-37 тыс. лет назад [14].

Второй криогенный горизонт представлен горизонтальной криотурбированной зоной, деформированной в виде волнообразных смятий, которой захвачены нижние слои желтовато-бурого суглинка (слой 10) и верха желтовато-серого песка (слой 11). Зона образована взаимным внедрением слоев и расположена на глубине 3,8-4,2 м. Предположительно он может соответствовать смоленскому криогенному горизонту, для которого были характерны пластические деформации, свидетельствующие о значительном увлажнении сезонно-талого слоя и верхних горизонтов многолетнемерзлых пород. С горизонтом смоленского криогенного этапа ученые связывают наиболее ранний этап криогенеза с двумя подфазами. Первая отражает самое раннее похолодание валдайской эпохи, наступившее после микулинского межледниковья; криогенные деформации этой подфазы различны в западной (грунтовые и ледогрунтовые жилы) и восточной (инволюции и криотурбации) частях Восточно-Европейской равнины. Большинство выделенных нарушений относятся к слою сезонного промерзания-протаивания, в связи с чем для ранневалдайского времени в средней части Восточно-Европейской равнины предполагаются условия, схожие с современными областями глубокого сезонного и островного многолетнего промерзания горных пород [11].

Во время экспедиционных работ авторами статьи были обнаружены фоссилизированные плюсневая кость верблюда, предположительно *(Camelus knoblochi Poljakov, 1880)* и нижний конец берцовой кости лошади *(Equus)*, однако, без привязки к стратиграфическому горизонту (*рисунок 3*). В частности, верблюд Кноблоха, вымерший представитель современного рода верблюдов, был типичным видом мамонтовой фауны и являлся наиболее крупным представителем евразийских верблюдовых *(Camelidae)*. Он был примерно на 1/3 крупнее ныне живущего двугорбого верблюда *(Camelus bactrianus)* и характеризовался большей массивностью скелета. Данный вид описан на основании материала из среднеплейстоценового местонахождения Лучка близ Сарепты в Нижнем Поволжье [19]. Ареал этих животных охватывал южные районы Восточной Европы, Казахстан, юг Западной Сибири, Южное и Западное Забайкалье, однако находки ископаемых остатков верблюда Кноблоха в Северной Евразии крайне немногочисленны.

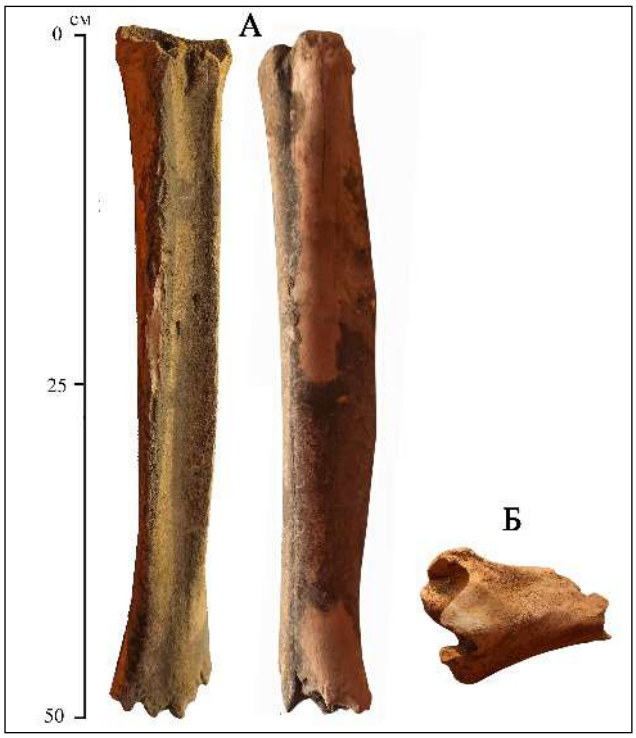


Рисунок 3. А) плюсневая кость верблюда Кноблоха, Б) нижний конец берцовой кости лошади.

Выводы. Впервые для территории южного Предуралья выявлены свидетельства существования многолетнемерзлых пород в лессово-почвенных сериях в виде разнообразных криогенных структур (псевдоморфоз по полигонально-жильным льдам, криотурбаций), формирующих криогенные горизонты.

Палеокриогенные структуры, встреченные в разрезе, и характерный полигональный палеорельеф дневной поверхности – свидетельства распространения более глубокого по сравнению с современными условиями сезонного промерзания и многолетней мерзлоты, которая на территории Оренбургской области распространялась по нашим данным до широты не менее 51°с.ш. Мерзлые породы имели сплошное и/или массивно-островное распространение, с температурами пород до -3°С и ниже.

В разрезе встречены горизонты палеопочв, которые фиксируют этапы снижения скорости осадконакопления и увеличение продуктивности педогенеза в позднем плейстоцене. Предположительно в разрезах вскрыта брянская палеопочва, являющаяся одним из двух главных стратиграфических почвенных уровней позднего плейстоцена, а деформирующие ее криогенные структуры, по-видимому, соответствуют владимирскому криогенному горизонту (25-23 тыс. лет.) сводной стратиграфической и геохронологической схемы строения горизонтов лессов и ископаемых почв Восточно-Европейской равнины

В разрезе Мамонтов яр зафиксировано два криогенных горизонта, что свидетельствует о нескольких этапах криогенеза на территории современных степей в позднем плейстоцене.

Дальнейшее изучение разрезов лессово-почвенных серий региона, а также результаты лабораторных исследований разреза Мамонтов яр позволят существенно расширить представления о ландшафтно-климатических условиях позднего плейстоцена крайнего юго-востока Восточно-Европейской равнины и Южного Урала.

Статья подготовлена в рамках темы государственного задания «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем», № АААА-А 21-121011190016-1.

Список литературы

1. Геокриологические условия Монгольской Народной Республики / Отв. ред. П.И. Мельников. Москва: Наука, 1974. 197 с.

2. Величко А.А. Природный процесс в плейстоцене. Москва: Наука, 1973. 256 с.

3. Рябуха А.Г. Наследие плейстоценовой криолитозоны в ландшафтах Заволжско-Уральского региона // Успехи современного естествознания. 2019. № 10. С. 164-170.

4. Берников В.В. Палеокриогенный микрорельеф Центра Русской равнины. М.: Наука, 1976. 124 с.

5. Романовский Н.Н. Формирование полигонально-жильных структур. Новосибирск: Наука, 1977. 215 с.

6. Каплина Т.Н., Романовский П.Н. О псевдоморфозах по полигональному льду / Перигляциальные явления на территории СССР. Москва: Наука, 1960. С. 47-59.

7. Данилова Н.С., Баулин В.В. Следы криогенных процессов и их использование при палеогеографических реконструкциях ландшафтов / Палеокриология в четвертичной стратиграфии и палеогеографии. Москва: Наука, 1973. С. 66-79.

8. Иорданский Н.Н. Эволюция жизни. Москва: Академия, 2001. 424 с.

9. Маркова А.К., Пузаченко А.Ю., Кольфсхотен Т., Плихт И., Пономарев Д.В. Новейшие данные о динамике ареалов мамонта и шерстистого носорога в Европе во второй половине позднего плейстоцена–голоцене // Известия Российской академии наук. Серия Географическая. 2011. № 4. С. 54–65.

10. Величко А.А. Проблемы корреляции плейстоценовых событий в ледниковой, перигляциально-лессовой и приморских областях Восточно-Европейской равнины // Проблемы региональной и общей палеогеографии лессовых и перигляциальных областей. Москва: Наука, 1975. С. 7-26.

11. Величко А.А. Динамика ландшафтных компонентов и внутренних морских бассейнов Северной Евразии за последние 13 000 лет. Атлас-монография. Москва: ГЕОС, 2002. 231 с.

12. Конищев В.Н., Рогов В.В. Проявления процессов криогенеза в составе лессов // Криосфера Земли. 2016. Т.20. № 4. С. 37-44.

13. Ларин С.И., Ларина Н.С., Алексеева В.А. Перигляциальные реликты сартанского криохрона на юго-западе Западной Сибири // Перигляциал Восточно-Европейской равнины и Западной Сибири: Материалы Всероссийской научной конференции. Ростов Великий, 25-26 августа 2023 г. [Электронное издание] М.: ИГ РАН, 2023. С. 49-54.

14. Богданов С.В. Бузулукская группа местонахождений мегафауны позднего плейстоцена на западе Оренбургской области в контексте естественной истории степей Северной Евразии // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2015. № 4. С. 17 [Электронный ресурс].

15. Геологические памятники природы Оренбургской области / А.А. Чибилев, Г.Д. Мусихин, В.М. Павлейчик и др. Оренбург: Оренбургской книжное издательство, 2000. 400 с.

16. Рябуха А.Г., Стрелецкая И.Д., Поляков Д.Г. Морфология, генезис и современная динамика полигональных меловых ландшафтов в долине реки Итчашкан // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2022. № 3. С. 57-68.

17. Сычева С.А. Палеомерзлотные события в перигляциальной области Среднерусской возвышенности в конце среднего и позднем плейстоцене // Криосфера Земли. 2012. Т. 16. № 4. С. 45-56.

18. Морозова Т.Д. Развитие почвенного покрова Европы в позднем плейстоцене. Москва: Наука, 1981. 282 с.

19. Титов В.В. Находка черепа древнего верблюда возле станицы Раздорской // Историко-культурные и природные исследования на территории РЭМЗ. Вып. 1. 2003 г. [Электронный ресурс].

УДК 502.753
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1134-1139

ПРЕДСТАВИТЕЛИ РОДА *ASTRAGALUS* L., СОБРАННЫЕ НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ, В КОЛЛЕКЦИЯХ САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА И МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

REPRESENTATIVES OF THE GENUS *ASTRAGALUS* L. COLLECTED IN THE ORENBURG REGION, IN THE COLLECTIONS OF SAMARA UNIVERSITY AND MOSCOW STATE UNIVERSITY

Рязанова Я.А., Кузовенко О.А., Федисов И.С.
Ryazanova Ya.A., Kuzovenko O.A., Fedisov I.S.

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, Самара, Россия
Samara National Research University, Samara, Russia

E-mail: fragaria88@mail.ru

Аннотация. Род *Astragalus* является одним из лидирующих родов во флоре степной зоны Северной Евразии. По литературным данным установлено, что в Оренбургской области произрастает 44 вида представителей рода астрагал, из которых в региональную Красную книгу включено 7 видов: *A. cornutus*, *A. karelinianus*, *A. Phys carpus*, *A. subarcuatus*, *A. ucrainicus*, *A. vulpinus*, *A. zingeri*.

В работе проанализирована цифровая гербарная коллекция Московского государственного университета (MW), где хранится 47 образцов рода *Astragalus*, относящихся к 13 видам, собранным в период с 1846 по 2017 гг. Из раритетных образцов здесь представлен *A. cornutus*. В фондах Самарского университета (SMR) род *Astragalus* представлен 145 образцами, относящимися к 18 видам. Сборы осуществлены в 18 административных районах Оренбургской области в период с 1983 по 2019 гг. Из охраняемых видов в коллекции представлены: *A. cornutus*, *A. karelinianus*, *A. vulpinus*.

Анализ эколого-фитоценотического состава показал преобладание горностепной (18 видов, 41%) и степной (15 видов, 34%) групп. В спектре жизненных форм доминируют полукустарнички (19 видов, 43%) и стержнекорневые многолетники (11 видов, 25%).

Ключевые слова: Род *Astragalus*, цифровой гербарий МГУ, гербарий Самарского университета, Оренбургская область, экологические группы.

Abstract. The genus *Astragalus* is one of the leading genera in the flora of Northern Eurasia steppe zone. According to the literature data, 44 species of representatives of the genus *Astragalus* grow in the Orenburg region, of which 7 species are included in the regional Red Book: *A. cornutus*, *A. karelinianus*, *A. physocarpus*, *A. subarcuatus*, *A. ucrainicus*, *A. vulpinus*, *A. zingeri*.

The article analyzes the digital herbarium collection of Moscow State University (MW), which contains 47 specimens of the genus *Astragalus* belonging to 13 species collected from 1846 to 2017. *A. cornutus* is presented here from rare samples. The genus *Astragalus* is represented in the collections of Samara University (SMR) by 145 specimens belonging to 18 species. The fees were carried out in 18 administrative districts of the Orenburg region in the period from 1983 to 2019. Of the protected species in the collection are: *A. cornutus*, *A. karelinianus*, *A. vulpinus*.

The analysis of the ecologic-phytocenotic composition showed the predominance of mountain steppe (18 species, 41%) and steppe (15 species, 34%) groups. Semi-shrubs (19 species, 43%) and taproot perennials (11 species, 25%) dominate the spectrum of life forms.

Key words: Genus *Astragalus*, digital herbarium collection of Moscow State University, Herbarium of Samara State University, Orenburg region, ecological groups.

Введение. Род *Astragalus* – крупный род семейства бобовые, насчитывающий 2500-3000 видов. Наибольшее разнообразие видов приурочено к безлесным ландшафтам – степям и пустыням Северного полушария [1]. В Оренбургской области, по литературным сведениям, выявлено 44 вида представителей рода астрагал [2, 3]. В регионах, расположенных севернее, род представлен меньшим количеством видов, так в Самарской обл. – 26 видов, в Республике Татарстан – 19, в Челябинской обл. – 25 [4-6]. Видовая насыщенность увеличивается с севера на юг, что связано с выраженной гелиофильной природой большинства представителей астрагалов.

В Красную книгу Оренбургской области включено 7 видов: *A. cornutus*, *A. karelinianus*, *A. physocarpus*, *A. subarcuatus*, *A. ucrainicus*, *A. vulpinus*, *A. zingeri* [7].

Материалы и методы. В ходе исследования мест произрастания видов из рода *Astragalus* на территории Оренбургской области были изучены материалы гербарного фонда Самарского университета (SMR) и проанализирована база цифрового гербария МГУ [8]. Номенклатура сосудистых растений приведена в соответствии с указанными источниками [2, 9] и согласована с электронной базой Catalogue of life [10].

Основная часть. В настоящее время в Самарском университете формируется гербарная коллекция, соответствующая современным требованиям, образцы оцифровываются, планируется их размещать в сети Интернет. Однако этот процесс требует большого вложения ресурсов и времени, поэтому целью данного исследования является обобщить материалы доступные к обработке. На данный момент в гербарном фонде Самарского университета (SMR) род *Astragalus* представлен 145 листами, относящимся к 18 видам *(таблица 1)*. На протяжение нескольких десятилетий с 1983 по 2019 гг. коллекция гербария Самарского университета пополнялась благодаря колоссальной работе проф. Т.И. Плаксиной и ее учеников. География сборов охватывает многие административные районы изучаемого региона: Александровский, Асекеевский, Акбулакский, Бугурусланский, Бузулукский, Грачевский, Красногвардейский, Курманаевский, Новосергиевский, Октябрьский, Оренбургский, Первомайский, Переволоцкий, Пономаревский, Соль-Илецкий, Шарлыкский, Сорочинский, Ташлинский. В мае 2019 г. детерминацию многих видов рода *Astragalus* провел А.К. Сытин.

Таблица 1

Представленность гербарных образцов рода *Astragalus* с территории Оренбургской области

Виды астрагала	Рябинина, Князев, 2009	ККОО, 2019	Гербарий MW	Гербарий SMR
A. aktjubensis Sytin (*A. brachylobus* DC.)	+			
A. alopecurus Pall.	+			
A. arkalycensis Bunge	+			
A. asper Jacq.	+			
A. austriacus Jacq.	+		+	+
A. brachylobus Fisch. ex DC.	+			
A. cicer L.	+		+	+
A. contortuplicatus L.	+		+	
A. cornutus Pall.	+	+	+	+
A. danicus Retz.	+		+	
A. depauperatus Ledeb.	+			
A. dolichophyllus Pall.	+			
A. filicaulis Fisch. et C.A. Mey.	+			
A. glycyphyllos L.	+			
A. helmii Fisch.	+		+	+
A. henningii (Stev.) Boriss. (*A. buchtormensis* Pall.)	+			
A. karelinianus M. Pop.	+	+		+
A. lasiophyllus Ledeb. (*A. pallasii* Biehler)	+			
A. longipetalus Chater	+			+
A. macropus Bunge	+		+	+
A. medius Schrenk	+			+
A. mugodsharicus Bunge	+			
A. onobrychis L.	+		+	+

Виды астрагала	Рябинина, Князев, 2009	ККОО, 2019	Гербарий MW	Гербарий SMR
A. oropolitanus Knjasev et Kulikov	+			
A. pallescens Bieb.	+			
A. physocarpus Ledeb.	+	+		
A. physodes L.	+		+	
A. pseudomacropus Knjasev et Kulikov	+			
A. pseudotataricus Boriss.	+			
A. sareptanus A. Becker	+		+	+
A. scopaeformis Ledeb.	-			+
A. stalinskyi Širj.	+			
A. storozhevae Knjasev	+			
A. subarcuatus M. Pop.	+	+		
A. subuliformis DC.	-			+
A. sulcatus L.	+		+	+
A. temirensis M. Pop.	+		+	+
A. tenuifolius L. (*A. algerianus* E.Sheld.)	+			+
A. testiculatus Pall.	+			+
A. ucrainicus Klok. et M. Pop.	+	+		
A. varius S.G. Gmel.	+			+
A. vulpinus Willd.	+	+		+
A. wolgensis Bunge	+		+	
A. zingeri Korsh.	+	+		

Примечание: В скобках указаны синонимы в соответствии с названиями Catalogue of life [10]. Принятые сокращения: Рябинина, Князев, 2009 – Рябинина З.Н., Князев М.С. Определитель сосудистых растений Оренбургской области [2]; ККОО, 2019 – Красная книга Оренбургской области [7].

Особую ценность в любой коллекции имеют редкие, исчезающие виды растений. Из раритетных видов Оренбургской области (далее О.о.) в коллекции представлены: *A. cornutus*, *A. karelinianus*, *A. vulpinus*. Приводим этикетки данных гербарных образцов.

A. karelinianus: О.о., Акбулакский р-н. Возвышенность переходного возраста от палеогена к триасу. Река Итчашкан, песчаные степи, доминирует ковыль *Stipa anomala*. Экспедиция Института степи УрО РАН 14.05.2005. Плаксина Т.И. *(рисунок 1)*.

A. vulpinus: О.о., Красногвардейский р-н, 1,5 км юго-западнее с. Яшкино. «Урочище Седловатка». Степные склоны, разнотравно-типчаково-ковыльная асс. 06.06.2004. Плаксина Т.И., Шаронова И.В., Авдеева Н.В. (SMR 06191) [11].

A. cornutus:

1. О.о., Асекеевский р-н, окр. пос. Тарханы. 02.06.2019. Плаксина Т.И., Мурзыванова С.В. (SMR 07588).

2. Оренбургская обл., Асекеевский р-н, между с. Старосултангулово и с. Новосултангулово, правый берег р. Большой Кинель, г. Карабиетау (171,8 м). 02.06.2019. Плаксина Т.И., Мурзыванова С.В. (SMR 07598).

3. О.о., Бугурусланский р-н, 2 км В с. Пилюгино. 14.08.2007. Плаксина Т.И., Рыжкова О.В. (SMR 02619).

4. О.о., Асекеевский р-н, 1 км на СВ от с. Тарханы. Заросли кустарников. 28.07.2006. Рыжкова О.В., Кудашкина Т.А. (SMR 000445).

5. О.о., Пономаревский р-н, 1 км на СВ от с. Алябьево. 18.07.2006. Рыжкова О.В., Кудашкина Т.А., Саешева О.Ф., Исаева И.Н. (SMR 04205).

6. О.о., Бугурусланский р-н, окр. с. Завьяловка. 02.06.2019. Плаксина Т.И., Мурзыванова С.В. (SMR 07596).



Рисунок 1. *Astragalus karelinianus* в фонде гербария Самарского университета (14.05.2005, собр. Т.И. Плаксина).

В процессе изучения цифрового гербария МГУ нами установлено, что с территории Оренбургской области в нем хранится 47 образцов рода *Astragalus*, относящихся к 13 видам (*таблица 1*) [8]. Некоторые образцы собраны выдающимися ботаниками IX в., например, *A. physodes* представлен единственным образцом из коллекции Карла Клауса *(рисунок 2).*

Из раритетных видов Оренбургской области в коллекции МГУ представлены 3 образца *A. cornutus*. Приводим их этикетки.

1. Экспедиция по ботаническому исследованию зерносовхозов Средне-Волжского Края под руководством проф. И.Н. Спрыгина. Бугурусланский округ, Пономаревский р-н. Правый крутой берег р. Демы против мельницы, которая в 2-х в (верстах) от с. Пономаревки (вниз по течению). Обнажения мергеля. 29.05.1930. С.Ф. Курнаев (MW0412526).

2. Бугурусланский округ, Пономаревский р-н. Участок целинной степи в 1,5 в (верстах) к юго-западу от с. Малоросс. Около облесенного оврага. 15.06.1930. С.Ф. Курнаев (MW0412529).

3. N53°40'38.7", E53°34'11.1" О.о., Абдулинский р-н, северные окр. с. Новоякупово, памятник природы «Гора Курье-Тау», 233 м над ур. м., яры по р. Тирис, обнажения мергелистых красных глин, каменистые разнотравно-злаковые степи. 22.06.2017. В. Васюков, А. Иванова, С. Сенатор (MW0565984).



Рисунок 2. *Astragalus physodes* в цифровом фонде гербария МГУ (MW0413895), собранный К. Клаусом в середине 19 века (1846-1849 гг.).

Проведенное исследование показало, что в цифровом гербарии МГУ хранится лишь малая доля представителей рода *Astragalus* (30%) Оренбургской области. Большинство образцов собраны в советский период в начале XX в, на них отсутствует точная географическая привязка. Цифровая коллекция МГУ является самой крупной в Российской Федерации базой данных о разнообразии и распространении растений, к которой обращаются многие специалисты, поэтому необходимо акцентировать внимание на пополнение коллекции современными образцами с территории исчезающих степей Оренбургской области.

Анализ эколого-фитоценотического состава показал преобладание горностепной группы (18 видов, 41%). Большинство астрагалов обитает по щебнистым склонам, многие приурочены к известняковым обнажениям и скалам [9]. Многие из них относятся к полукустарничкам, которые часто встречаются в аридных областях Земли. В крайних условиях существования у таких видов формируется подушковидная форма (*A. arkalycensis, A. depauperatus*, *A. helmii*). Второе место среди экологических групп занимает степная (15 видов, 34%), что закономерно для рода *Astragalus,* в котором большинство видов являются выраженными ксерофитами и тяготеют к безлесным пространствам. К лесостепному фитоценотипу можно отнести 5 видов, имеющих мезофитный характер *(A. cicer, A. contortuplicatus, A. danicus, A. glycyphyllos, A. onobrychis*). Наиболее часто они встречаются на севере Оренбургской области, а также по северным склонам степных холмов.

В спектре жизненных форм доминируют полукустарнички (19 видов, 43%) и стержнекорневые многолетники (11 видов, 25%) [12]. Небольшим числом видов представлены группы кустарник, кустарничек и многолетние растения (длинно- и короткокорневищные). Также астрагалы редко представлены однолетниками, такая жизненная форма характерна для *A. contortuplicatus,* являясь эфемером, имеет сокращенный период вегетации, что затрудняет его обнаружение в местах произрастания.

Для многих представителей астрагалов характерен видовой полиморфизм, поэтому они трудны в определении и на протяжении длительного времени дискуссионным является вопрос о родстве двух видов. Многие исследователи флоры считают *A. sareptanus* разновидностью или же

синонимом *A rupifragus*. В результате осуществления морфолого-биологического анализа гербарных образцов, а также произрастающих видов, в естественных сообществах можно выявить явные отличия данных видов. *A. sareptanus* имеет более развитие ножки соцветий, широкую и вздутую чашечку с зубцами, несколько длиннее чем у *A. rupifragus*. В качестве сравнительного признака также можно рассмотреть бобы – у *A. sareptanus* они поникают и имеют войлочное опушение, в то время как у *A. rupifragus* бобы направлены в стороны и вверх. Еще одним весомым подтверждением далекого родства рассматриваемых видов является географический критерий. *A. rupifragus* – это эндемичный вид южной части Крыма, *A. sareptanus*, в свою очередь, по всем своим признакам относится к восточноевропейско-казахстанской группе ареалов. Вероятно, что *A. sareptanus* все же имеет гибридное происхождение, но от других видов секции *Trachycercis*, возникновение его никак не связано с *A. rupifragus* [13].

Еще одним примечательным, но крайне редким и уязвимым видом является *A. zingeri* – эндемик Среднего Поволжья, произрастающий на меловых обнажениях и являющийся облигатным кальцефилом. По морфологическим признакам он относится к полукустарничкам, может достигать в высоту до 50 см. Имеет войлочное опушение из светлых и прижатых волосков. Цветки белые, собраны в головчатые соцветия на длинных цветоносах. Редкие экземпляры данного вида имеют розовые цветки, их относят к *A. zingeri* var. *violascens* Popov. Князев М.С. указывает на произрастание таких растений в Северном р-не (увал 2 км к северо-востоку от с. Секретарка. 13.06.2010.) [14].

Заключение. Достоверность встречи представителей флоры на какой-либо территории определяется наличием гербарного образца. Флористические исследования невозможны без сопутствующих им гербарных сборов. Объем коллекции – показатель изученности территории. В связи с этим, настоящее исследование может в определенной мере дополнить и расширить информацию по роду *Astragalus* в границах Оренбургской области. Кроме того, мы приводим уточняющие данные по раритетным видам флоры, которые могут быть использованы при написании региональной Красной книги.

Список литературы

1. Сытин А.К. Астрагалы (*Astragalus* L., Fabaceae) Восточной Европы и Кавказа: систематика, география, эволюция: Автореф. дисс. … д-ра биол. наук. Санкт-Петербург, 2009. 48 с.

2. Рябинина З.Н., Князев М.С. Определитель сосудистых растений Оренбургской области. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2009. 758 с.

3. Рябинина З.Н., Линерова Л.Г., Ишкильдин А.Б. Астрагалы Южного Урала в пределах Оренбургской области // Вестник ОГУ. 2011. № 12 (131). С. 135-137.

4. Саксонов С.В., Сенатор С.А. Путеводитель по Самарской флоре (1851-2011). Тольятти: Кассандра, 2012. Т. 1. 511 с.

5. Бакин О.В., Рогова Т.В., Ситников А.П. Сосудистые растения Татарстана. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2000. 496 с.

6. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). Екатеринбург, Миасс: «Геотур», 2005. 537 с.

7. Красная книга Оренбургской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Воронеж: ООО «Мир», 2019. 488 с.

8. Национальный банк-депозитарий живых систем МГУ. URL: https://plant.depo.msu.ru/ (дата обращения: 13.02.2024).

9. Плаксина Т.И. Конспект флоры Волго-Уральского региона. Самара: Самарский университет, 2001. 388 с.

10. Catalogue of life. URL: https://www.catalogueoflife.org/ (дата обращения: 15.02.2024).

11. Шаронова И.В. Конспект флоры Самаро-Кинельского междуречья // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2008. № 5. С. 3-77.

12. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение / Полевая геоботаника. 1964. Т. 3. С. 146-205.

13. Князев М.С. *Astragalus sareptanus* (секция Trachycercis, Fabaceae) – описанный, но не обнародованный, обнародованный, но не признанный // Новости систематики высших растений. 2022. Т. 53. С. 35-41.

14. Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений [Электронный ресурс]. 2007-2024. URL: https://www.plantarium.ru/ (дата обращения: 10.02.2024).

УДК 634.11/12.630
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1140-1146

АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СТЛАНЦЕВОЙ ЯБЛОНИ В СТЕПНЫХ УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

ADAPTATION CAPABILITIES OF THE DWARF APPLE TREE IN THE STEPPE CONDITIONS OF THE SOUTHERN URALS

Савин Е.З., Березина Т.В., Поляков Д.Г.
Savin E.Z., Berezina T.V., Polyakov D.G.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
Institute of the Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: orensteppe@mail.ru

Аннотация. Экологические условия степной зоны Южного Урала (Оренбуржье) в летний период близки к аридным. Максимальная температура воздуха достигает 41°С, а на почве до 66-68°С. Осадков выпадает 270-280 мм. Кроме того, эта зона отличается суровыми малоснежными зимами. Минимальная температура достигает -42°С. Среднемноголетнее промерзание почвы 150 см при снежном покрове 21-26 см. Почвы южные черноземы с содержанием гумуса 2-3%. Растительность – степные сообщества, которые к середине лета выгорают, древесные растения практически отсутствуют за исключением водоемов и пониженных мест, где превалирует кустарниковая растительность. Плодовые и ягодные насаждения можно встретить в населенных пунктах. Культуры появились вместе с человеком в XVI-XVII вв. при освоении свободных земель. Первый опыт создания промышленных насаждений в этой зоне оказался неудовлетворительным. Положительные результаты получены на участках с благоприятными микроусловиями (Таврический сад, сад с. Буртинский, с. Бурлыкский Соль-Илецкого и Беляевского районов). Появление новых сортов, созданных на Урале и в Сибири, открывают новые перспективы создания рентабельных насаждений в этой зоне. Первые эксперименты по закладке стланцевых насаждений в экстремальных условиях южного Оренбуржья оказались наиболее обнадеживающими. Предварительные исследования, представленные в работе, проводятся на стационаре «Оренбургская Тарпания» в Беляевском районе п. Сазан. При проведении исследований использовали стандартные методики. По предварительным результатам за 5 лет наблюдений лидируют сорта Соколовское, Оренбургское позднее, Трудовое, Орское на подвое Е 56.

Ключевые слова: яблоня, сорт, подвой, скороплодность, продуктивность, микроклимат, экологические условия.

Abstract. The ecological conditions of the steppe zone of the Southern Urals (Orenburg region) in the summer are close to arid. The maximum air temperature reaches 41°C, and on the ground up to 66-68°C. Precipitation falls 270-280 mm. In addition, this area is characterized by harsh winters with little snow. The minimum temperature reaches -42°C. The average annual soil freezing is 150 cm with a snow cover of 21-26 cm. The soils are southern chernozems with a humus content of 2-3%. Vegetation is steppe grasses, which burn out by midsummer, woody plants are practically absent except for reservoirs and low places where shrubby vegetation prevails. Fruit and berry plantations can be found in settlements. They appeared together with man in the XVI-XVII centuries. during the development of free lands. The first experience of creating industrial plantings in this area turned out to be unsatisfactory. Positive results were obtained in areas with favorable micro-conditions (Tavrichesky Garden, Burtinsky village garden, Burlyksky village of Sol-Iletsky and Belyaevsky districts). The appearance of new varieties created in the Urals and Siberia opens up new prospects for the creation of profitable plantations in this area. The first experiments on laying shingles in the extreme conditions of the southern Orenburg region turned out to be the most encouraging. The preliminary studies presented in the work are carried out at the Orenburg Tarpania hospital in the Belyaevsky district of the village of Sazan. Standard methods were used in the research. According to preliminary results for 5 years of observations (survival rate, safety, condition, fertility and strength of growth), Sokolovskoye, Orenburg later, Trudovoye, Orskoye varieties on rootstock E 56 are in the lead.

Key words: apple tree, variety, rootstock, fertility, productivity, microclimate, environmental conditions.

Введение. В условиях Сибири уже более 100 лет выращивают сады. Для этой цели используют сорта Центральной России, а деревьям придают форму стланца [1]. Братилова Н.П. и Герасимова О.А. в своей статье указывают что «плодовым деревьям придавали форму стланца для укрытия крон плодовых растений снегом, под которым даже при зимних температурах воздуха до -40°С температура почвы не снижается ниже -15°С» [1. с. 111].

В XX в. появились выведенные селекционным путем на Урале и в Сибири стланцевые и низкорослые сорта яблони. Они наглядно показывают перспективность их использования. Стланцевые крупноплодные сорта и карликовые подвои при высокой агротехнике позволяют решить вопросы создания экономически эффективных плодовых насаждений в зонах рискованного плодоводства [2-13].

В условиях Южного Урала стланцевые и естественные карлики селекции Южно-Уральского научно-исследовательского института плодоовощеводства и картофелеводства (ЮУНИИПОиК г. Челябинск) и Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства (ООССВиВ г. Оренбург) имеют существенное преимущество перед штамбовыми сильнорослыми сортами, в частности, повышенная надежность, скороплодность и продуктивность плодовых насаждений. Низкорослые насаждения за счет формируемого кроной микроклимата приземного слоя эффективно сохраняются, как в летнее, так и в зимнее время. Кроме того, зимой они практически не страдают от солнечных ожогов и зимнего иссушения [14-20].

В работе Мазунина М.А. «Селекция яблони на Южном Урале» представлены основные результаты по селекции яблони на Южном Урале за период 1931-2021 годы [21]. Среди положительных моментов в пользу создания малогабаритных насаждений яблони можно отметить следующую информацию Мазунина М.А.: «В низкорослом саду микроклимат более благоприятен для выращивания крупноплодных сортов яблони… Низкорослой яблоне легче обеспечить лучшую перезимовку и более благоприятные условия в период вегетации… В насаждениях отмечается увеличенное количество тепла и углекислоты, выше влажность воздуха, они испытывают меньшую силу ветра, их легче укрыть на зиму снегом или другим утеплительным материалом» [21. с. 156]. «Листья низкорослых деревьев, находясь в припочвенном слое, испаряют в два раза меньше влаги по сравнению со штамбовыми деревьями… Основной особенностью естественных карликов яблони является горизонтальное направление ветвей и близкое их расположение к поверхности почвы. Микроклимат припочвенного слоя и его резкие колебания вызывают изменение в характере и силе роста побегов, в развитии почек. Почки, расположенные на проводнике с верхней и боковых сторон, получают больше питания, лучше освещены, из них вырастают сильные побеги [21. с. 157].

Для выращивания яблоневых садов в южных районах Оренбуржья необходимо не только подбирать благоприятные ландшафтно-экологические условия, но и учитывать особенности плодовых деревьев – габариты, морозо-, жаро-, и засухоустойчивость, неприхотливость к почвенным разностям [22]. Стланцевые яблони позволят успешно увеличить пригодные для садоводства площади. Это решит задачу рентабельности плодовых садов с помощью использования продуктивных и экологически приспособленных сортов и подвоев, которые дают возможность создавать малогабаритные сады [23-24].

В Оренбургской области стланцевые яблони успешно прошли адаптацию в посадках Октябрьского района п. Нижний Гумбет и на Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства.

С целью установления особенностей адаптации насаждений стланцевой яблони в экстремальных условиях южных территорий Оренбуржья выполнены посадки на стационаре Оренбургская Тарпания в п. Сазан Беляевского района *(рисунок 1)*.

Объекты, условия и методы исследований. Исследования проводятся на стационаре «Оренбургская Тарпания» в Беляевском районе п. Сазан *(рисунки 1, 2)*. Весной 2018 года были заложены первые стланцевые яблони на подвое Е-56 по 10-12 растений, а в следующем году дополнительно были запривиты другие сорта для пополнения коллекции. Для этой цели использовали сорта: Ковровое, Соколовское, Пластун, Трудовое, Орское, Оренбургское позднее, Плакучая. При проведении исследований использовали стандартные методики [25-29]. В соответствии с указанными методиками, оценку проводили по 5 бальной шкале: 5 баллов – отличное состояние, 0 баллов – гибель растения.

Место проведения исследований относится к южной природно-сельскохозяйственной зоне. Метеоусловия по данным ближайшей метеостанции (г. Акбулак) крайне неблагоприятные для плодовых и ягодных культур. Количество осадков 170-270 мм в год. Высокая температура воздуха в летнее время 39-41°С, на почве 62-68°С, низкая относительная влажность воздуха 42-56%. Число дней с относительной влажностью воздуха <30% за вегетационный период составляет до 138 *(таблица 1)*. Снежный покров незначительный до 27 см, глубина промерзания почвы до 150 см. Температура пахотного горизонта опускается до -10°С, а в отдельные годы опускается до -15-19°С.

Сумма положительных температур составляет 3163°, эффективных 2148°, активных 2887° *(таблица 2)*. Данные метеостанции г. Оренбург.

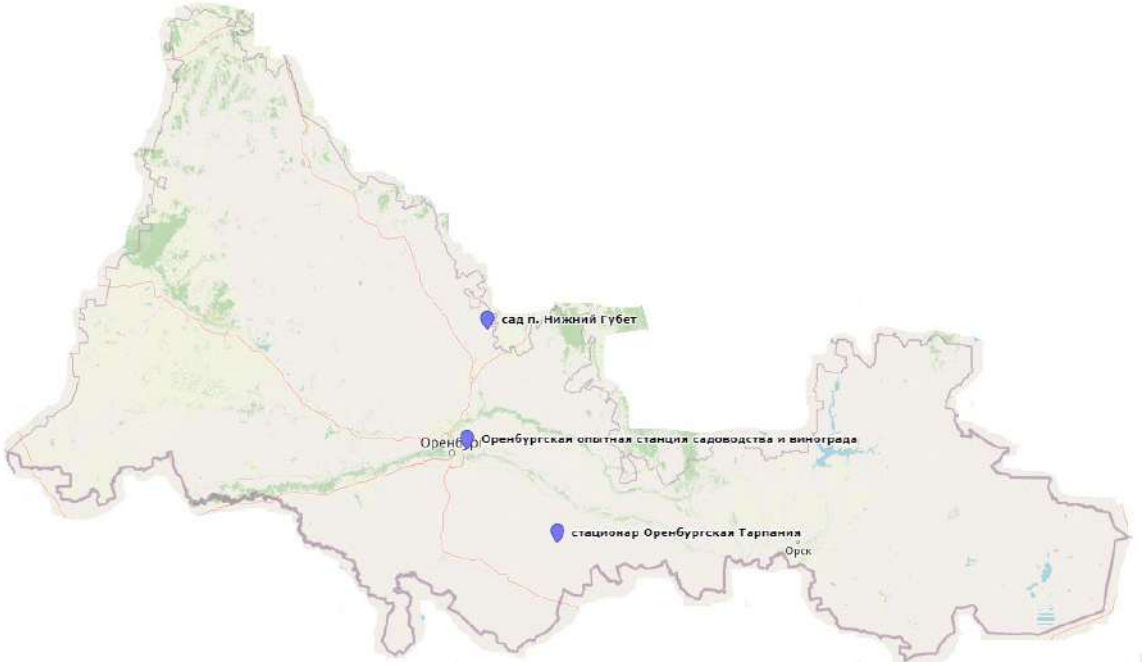


Рисунок 1. Карта-схема испытательных участков стланцевой яблони в Оренбургской области.



Рисунок 2. Спутниковый снимок сада на стационаре «Оренбургская Тарпания» Беляевский район Оренбургская область.

Среди положительных климатических условий южной природно-сельскохозяйственной зоны можно отметить более длительный безморозный период 131 день, число дней с температурой выше +10°С до 152. Средняя дата последнего заморозка 5 мая, средняя дата первого заморозка 23 сентября. Среди негативных климатических условий этой зоны по сравнению с другими природно-сельскохозяйственными зонами Оренбуржья можно отметить более высокие температуры летнего периода максимальная 40°С, большее число дней с суховеями 41 день, меньшее количество осадков 282 мм в год, незначительный снежный покров 15-35 см [30-33].

Таблица 1

Метеопоказатели г. Акбулак, 2018-2023 гг.

Год	t°C воздуха			t°C на почве		Осадки, мм	Относительная влажность воздуха, %	<30%, дней	ГПА	Промерзание почвы, см		Снег, см		Среднемноголетние (г. Оренбург)	
	средняя	max	min	min	max					2018-2023	норма	2018-2023	норма	t°C	осадки
2018	3,9	36	-31	-32	67	249	48,2	137		150	150	21	26	5,6	337
2019	4,9	41	-32	-33	68	171	47,4	145		50	150	29	26	5,6	337
2020	4,6	39	-26	-25	67	270	48,0	132		58	150	26	26	5,6	337
2021	4,9	39	-32	-33	66	266	42,5	138		120	150	32	26	5,6	337
2022	5,7	38	-29	-30	64	281	50,3	122	232	56	150	38	26	5,6	337
2023	7,0	41,4	-33	-34	62	279	56,2	106	246	136	150	35	26	5,7	331

Таблица 2

Сумма положительных, активных и эффективных температур. г. Оренбург, 2018-2023 гг.

Год	Положительные >0°C	Эффективные >5°C	Активные >10°C
2018	3450	2415	3033
2019	3459	2254	2763
2020	3555	2399	3050
2021	3530	2505	3107
2022	3458	2386	2935
2023	3246	2531	3696
норма	3163	2148	2887

В ландшафтном отношении территория представляет собой большие ровные и безлесные пространства. Почва участка под садом агрочернозем миграционно-сегрегационный квазиглееватый маломощный зоотурбированный глинистый на делювиальных карбонатных глинах, подстилаемых древнеаллювиальными карбонатными легкими суглинками [34]. Мощность гумусового горизонта 28 см. Вскипание почвы с поверхности, с 10 см до 28 см карбонаты в виде псевдомицелия, с 28 см до 78 см – сегрегационные формы карбонатов.

Растительность на прилегающих территориях, представленная степными сообществами, надземная часть которых к середине лета выгорает. Древесно-кустарниковая растительность формируется вдоль ручья и представлена единичными низкорослыми деревьями и кустарниками, образующими местами непроходимые заросли.

Результаты исследования. Наблюдения за период испытаний показали высокую приживаемость растений, близкую к 100% *(таблица 3)*. На участке своевременно проводили агротехнические работы – полив, прополку, формирующую обрезку. Прижившиеся растения сохранились в течение всего периода наблюдений, несмотря на экстремальные погодные условия. В настоящий момент защита насаждений лесными полосами отсутствует. Несмотря на это их состояние оценивается на 4-5 баллов.

В настоящее время (2021-2023 гг.) отмечено начало плодоношения отдельных сортов. Наиболее скороплодным был сорт Соколовское 8,5 ц/га. Большие надежды подают Трудовое, Орское, Оренбургское позднее. Необходимо отметить, что за период формирования плодового дерева, крона дважды была поражена грызунами (мыши, зайцы) – 2-2,5 балла.

Одним из важнейших показателей взаимного влияния подвоя и привоя являются ростовые характеристики – диаметр штамба и сила роста. Согласно полученным показателям возникает возможность точного определения степени сохранности и продуктивности плодовых деревьев.

Сила роста деревьев находятся в пределах 2 м *(таблица 4)*. Минимальная высота сорта Ковровое не превышает в среднем 1,1 м, максимальная высота в пределах 2 м у сортов Плакучая, Трудовое и Оренбургское позднее *(рисунок 3)*. Диаметр кроны колеблется от 1 (Оренбургское

позднее) до 2,5 м (Плакучая). Диаметр ствола на высоте 20 см в среднем составляет 4 см. Выше среднего диаметр штамба у сортов Плакучая, Соколовское, Малиновое.

Таблица 3

Основные параметры насаждений стланцевой яблони в стационаре «Оренбургская Тарпания» (Закладка 2018 г. Подвой Е 56. Схема 5×2. Данные 2023 года)

№	Сорта	Посажено, шт	Сохранность		Состояние, балл	Урожай, кг/дер			Сумма урожая	
			шт	%		2021	2022	2023	кг/дер	ц/га
1	Ковровое	10	9	90,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Соколовское	10	10	100	4,8	0,2	0,25	0,4	0,85	8,5
3	Пластун	12	9	75,0	4,9	0,0	0,0	0,1	0,1	0,7
4	Трудовое	6	4	66,7	5,0	0,0	0,0	2,0	2,0	20,0
5	Орское	6	2	33,3	5,0	0,0	0,0	2,0	2,0	20,0
6	Оренбургское позднее	6	2	33,3	5,0	0,0	0,0	2,5	2,5	25,0
7	Плакучая	6	2	33,3	5,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,7

Таблица 4

Сила роста насаждений стланцевой яблони в стационаре «Оренбургская Тарпания» (Закладка 2018 г. Подвой Е 56. Схема 5×2. Данные 2024 года)

№	Сорт	Высота дерева, см	Диаметр кроны, см	Диаметр ствола на высоте 20 см, см
1	Коврое	110,0	135×125	3,8
2	Соколовское	168,0	166×162	4,6
3	Малиновое	172,0	120×120	4,1
4	Трудовое	193,0	190×190	4
5	Орское	180,0	160×160	4
6	Оренбургское позднее	190,0	100×100	4
7	Плакучая	200,0	250×250	5,5



Рисунок 3. Стланцевая яблоня, сорт Трудовое на стационаре «Оренбургская Тарпания» Беляевский район Оренбургская область.

Выводы. Попытка заложить стланцевый сад сортами Челябинского НИИСиК и ООССиВ в условиях степной зоны южной части Оренбуржья, экстремальных для садоводства, показала обнадеживающие результаты. Большая роль в этом принадлежит почвенным микроусловиям, поскольку низкая раскидистая крона позволяет сохраняться влаге в верхних слоях почвы. Кроме этого, низкорослые насаждения способны переносить нагрузку зимних и летних ветров. В результате в экстремальные погодные периоды надземная часть дерева и плодовая древесина не получают повреждений. Это обеспечивает сохранность и продуктивность плодовых насаждений. Сорта яблони, выведенные в зоне Урала, проявили высокую адаптацию к условиям произрастания. По оцениваемым параметрам (приживаемость, сохранность, состояние, скороплодность и сила роста) лидируют сорта Соколовское, Оренбургское позднее, Трудовое и Орское.

Работа выполнена в рамках плановой бюджетной темы ИС УрО РАН №ГР № АААА21-121011190016-1.

Список литературы

1. Братилова Н.П., Герасимова О.А. Хронографическая изменчивость фитомассы яблони, выращиваемой в стланцевой форме в пригородной зоне Красноярска // Лесотехнический журнал. 2020. № 4. С. 110-119.

2. Будаговский В.И. Культура слаборослых плодовых деревьев. М., 1976. 303 с.

3. Гасымов Ф.М., Мазунин М.А., Глаз Н.В., Гераськин А.П., Кадочников И.Г. Оценка экологической пластичности Челябинских сортов яблони // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ». 2019. Т. 10. № 3. С. 194-199.

4. Калинина И.П. и др. Советы садоводу-любителю. Барнаул, 1982. 224 с.

5. Мазунин М.А. Зимостойкие сорта яблони // Уральские нивы. Свердловск, 1973. № 10. С. 16-17.

6. Мазунин М.А. Стелющийся сад // Садоводство в Челябинской области. Челябинск, 1977. С. 97-102.

7. Мазунин М.А. Новые крупноплодные сорта яблони // Уральские нивы. 1987. № 3. С. 23.

8. Мазунин М.А. Температурный режим почвы в стланцевом саду зимой // Труды института Уральского НИИСХ. Свердловск, 1987. Т. 49. С. 30-33.

9. Мазунин М.А. Естественно-стелющаяся яблоня в Уральском регионе: Автореф. …дис. д-ра с.-х. наук. Мичуринск, 1996. 34 с.

10. Нихайчик Г.Ю., Калинина И.П. Культура европейских сортов яблони в стланцевой форме в условиях Алтайского края // Вестник Алтайского ГАУ. 2008. № 4(42). С. 14-16.

11. Потапов В.А. Слаборослое садоводство России: история, современное состояние, перспективы развития // Слаборослое садоводство: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. Мичуринск, 1999. Ч. 1. С. 3-8.

12. Степанов С.Н. Плодовый питомник. М.: Колос, 1981. 256 с.

13. Фалькенберг Э.А. Поведение естественно-стелющейся яблони на различных подвоях в условиях Челябинской области: Автореф. …дисс. канд. с.-х. наук. Мичуринск, 1982. 27 с.

14. Мережко О.Е., Мазунин М.А., Савин Е.З., Гриднев А.И. Естественно-стелющиеся и естественные карлики яблони в лесостепной зоне Южного Урала // Плодоводство и ягодоводство России. 2020. Т. 62. С. 70-76.

15. Мережко О.Е., Аминова Е.В. Оценка гибридных сеянцев яблони по основным хозяйственно-биологическим признакам в Оренбургской области // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23. №10. С. 58-68.

16. Васильченко Г.В. Снежный покров как ведущий фактор садоводства в Алтайском крае: Автореф. …дис. д-ра с.-х. наук. ЛСХИ, 1970. 56 с.

17. Карычев К.Г. Генофонд подвоев in situ lex setu и его использование в плодоводстве Казахстана. Алмата, 2002. 103 с.

18. Макаренко С.А. Адаптивная селекция яблони в низкогорье Алтая: Автореф. …дис. д-ра с.-х. наук. Москва, 2017. 40 с.

19. Трусевич Г.В. Подвои плодовых культур. М.: Колос, 1964. 495 с.

20. Гулько И.М. Клоновые подвои яблони. Киев, 1992. 154 с.

21. Мазунин М.А. Селекция яблони на Южном Урале // 90 лет на службе агропромышленного комплекса Урала: Сб. тр. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 90-летию со дня основания Южно-Уральского научно-исследовательского института садоводства и картофелеводства. Челябинск: Изд-во ЧГУ, 2021. С. 151-165.

22. Березина Т.В., Савин Е.З. Особенности произрастания плодовых культур в междуречье Урала и Илека // Вестник ОГУ. 2013. №10 (159). С. 167-171.

23. Ильин В.С., Мазунин М.А., Фалькенберг Э.А. и другие. Каталог сортов плодово-ягодных культур и картофеля селекции Южноуральского НИИ плодоовощеводства и картофелеводства. Челябинск, 2001. 91 с.

24. Фалькенберг Э.А., Мазунин М.А. и другие. Подбор подвоев для естественно-стелющейся яблони на Южном Урале // Уральские нивы. 1981. № 3. С. 22-23.

25. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

26. Седов Е.Н., Огольцова Т.П. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.

27. Квыклис А., Бите А., Пуцило А.И., Коваленко Г.К., Вейденберг А., Гронский И.Я. Методика изучения клоновых подвоев яблони в Прибалтийских республиках и Белорусской ССР. Елгава, 1980. 50 с.

28. Татаринов А.Н. Клоновые подвои яблони и груши / Методические указания. М., 1989.

29. Хомайко Л. Яблоня: формирование станцев, размножение, борьба с основными вредителями [Электронный ресурс]: // Журнал Forumnouse. URL: https://www.forumhouse.ru/journal/articles/6594-yablonya-formirovanie-stlancev-razmnozhenie-orba-s-osnovnymi-vreditelyami (дата обращения: 12.02.2024).

30. Гридасов И.И. Система ведения сельского хозяйства Оренбургской области. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1981. 300 с.

31. Тихонов В.Е., Кондрашова О.А., Неверов А.А. Агроклиматические ресурсы степного Приуралья (изменчивость и прогнозирование). Оренбург, 2013. 322 с.

32. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер.3. Многолетние данные. Ч. 1-6. Вып. 12. Татарская АССР, Ульяновская, Куйбышевская, Пензенская, Оренбургская, Саратовская области. Л.: Гидрометеориздат, 1988. 648 с.

33. Агроклиматические ресурсы Оренбургской области. Ленинград, 1971. 121 с.

34. Полевой определитель почв России. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.

УДК 630*231:582.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1147-1155

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ПРИСТЕПНЫХ БОРОВ СЕВЕРСКОГО ДОНЦА

SPONTANEOUS REAFFORESTATION OF STEPPE PINE FORESTS OF THE SEVERSKY DONETS

Салтыков А.Н.
Saltykov A.N.

Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», Симферополь, Россия
Institute "Agrotechnological Academy" at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education " V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Simferopol, Russia

E-mail: saltykov.andrey.1959@mail.ru

Аннотация. Исследование пространственно-возрастной структуры подроста и оценка структурно-функциональных особенностей естественного возобновления пристепных боров Северского Донца были выполнены нами в течение 2003-2015 гг. В течение двенадцатилетнего периода на боровой террасе Северского Донца с целью учета и описания пространственно-возрастной структуры подроста сосны заложено более 500 пробных площадей. Исследованиями установлено, что всплески естественного возобновления придонецких боров наблюдаются с определенным постоянством и периодичностью во времени. Так, на основании ретроспективного анализа и данных полевых исследований было выявлено, что за последнее столетие популяционные всплески придонецких боров наблюдались порядка восемнадцати раз. Вслед за массовым появлением самосева и подроста сосны следуют процессы авторегуляции структуры волны возобновления в пространстве боровой террасы Северского Донца и расслоение существующих ценопопуляций в соответствии с емкостью существующих ниш возобновления на отдельные пространственные фрагменты. Жизнеспособный подрост накапливается в различного рода разрывах полога материнских насаждений и по периферии лесных массивов сосны боровой террасы. В большинстве рассмотренных нами вариантов отчетливо прослеживается сходство пространственной и возрастной структуры ценопопуляций и субценопопуляционных фрагментов подроста. Наличие жизнеспособных ценопопуляций подроста под пологом и за пределами влияния материнских насаждений являются основанием для утверждения о том, что современные насаждения сосны в бассейне С. Донца, большей частью созданные искусственным путем, способны к естественному возобновлению.

Ключевые слова: сосна, материнское насаждение, естественное возобновление, подрост, биогруппа.

Abstract. A study of the spatial-age structure of undergrowth and an assessment of the structural and functional features of the spontaneous reafforestation of the pine steppe forests of Seversky Donets was carried out during 2003-2015. Over a twelve-year period, more than 500 sample plots were set on the pine forest terrace of the Seversky Donets in order to record and describe the spatial-age structure of pine undergrowth. Research has established that bursts of spontaneous reafforestation of Donetsk forests are observed with a certain consistency and periodicity over time. Thus, based on a retrospective analysis and field research data, it was revealed that over the last century, population surges in the Donetsk forests have been observed about eighteen times. Following the massive appearance of self-seeding and regrowth of pine, processes of autoregulation of the structure of the regeneration wave in the space of the bor terrace of the Seversky Donets and the stratification of existing cenopopulations in accordance with the capacity of existing regeneration niches into separate spatial fragments. Viable undergrowth accumulates in various types of gaps in the canopy of parent plantings and along the periphery of pine forests on the pine forest terrace. In most of the options we considered, the similarity of the spatial and age structure of the structure of cenopopulations and subcenopopulation fragments of undergrowth is clearly visible. The presence of viable cenopopulations of undergrowth under the canopy and outside the influence of maternal plantings is the basis for the assertion that modern pine plantations in the S. Donets basin, mostly created artificially, are capable of natural renewal.

Key words: pine, mother stand, spontaneous reafforestation, undergrowth, biogroup.

Введение. Вопросам естественного возобновления сосняков боровой террасы реки Северский Донец посвящено достаточно большое число исследований [1-9]. Временной период, в рамках которого зафиксированы данные о всплесках возобновления пристепных боров и массовом появлении самосева и подроста, составляет более ста лет. Одной из причин столь значительного временного ряда наблюдений является активное вовлечение пристепных боров С. Донца в процесс научных исследований по причине переноса Ново-Александрийского института

сельского хозяйства и лесоводства в г. Харьков в 1905 г. и создания сети научных и учебных заведений в указанном регионе [6]. Соответственно, леса С. Донца с начала XX века стали научной базой, объектом для сбора и анализа данных многочисленных экспериментов.

Первые сведения о массовом появлении самосева сосны на боровых террасах С. Донца можно отнести к периоду 1906-1926 гг. [1-6]. Сравнительно подробная характеристика процесса возобновления и описание подроста сосны были приведены в 1926 г. в публикации профессора П.П. Дмитриевского [4, 6]. Впоследствии сведения о массовом появлении самосева в сосняках среднего течения С. Донца нашли подтверждение в публикациях академика Г.Н. Высоцкого [2]. В это же время (1926 г.) всплеск возобновления был зафиксирован учеными на территории Бузулукского бора [6]. Дальнейший анализ ретроспективных данных позволил выявить последовательность популяционных всплесков в бассейне С. Донца в следующем порядке: 1932-1933, 1937-1938, 1942-1943, 1954-1955, 1964-1965 гг. [6, 7].

Исследованиями установлено, что успешная реализация репродуктивного потенциала сосняков в категорию самосева, а со временем и подроста совпадала с периодом заметного увеличения количества выпадающих осадков на фоне средней многолетней нормы [1-6]. Массовое появление всходов и самосева сосны в равной мере характерны для лесостепной и степной зоны С. Донца. Синхронное во времени появление подроста также было зафиксировано на боровых террасах рек Днепра и Десны [1, 5, 6].

Пространственная структура подроста, по мнению исследователей, довольно типична, и основа ее типичности определена биогрупповым размещением растений в границах существующих лесных массивов [1, 3-6, 8]. В тоже время только лишь наличие разрывов в пологе насаждений, по мнению исследователей, не является фактором, в полной мере гарантирующим формирование биогруппы. Чаще всего активизация процессов естественного возобновления и наличие жизнеспособного подроста приурочены к условиям пирогенного ряда. Однако и в этом случае не всегда прослеживается указанная зависимость. Нередко под пологом материнских насаждений и за их пределами, в том числе в лесных массивах, пройденных верховым и низовым пожаром, подрост сосны отсутствует [1, 3, 5, 6]. Исключения составляют единичные, угнетенные, нежизнеспособные особи, свидетельствующие о прохождении очередной волны возобновления.

Использовать подрост сосны в практике ведения лесного хозяйства ввиду периодичности популяционных всплесков, неравномерного размещения биогрупп по площади, приуроченности подроста к «окнам» в пологе древостоя, полянам и прогалинам, большей частью не представляется возможным. Чрезвычайно затруднено использование растений на ювенильной стадии их развития, то есть на этапе массового и повсеместного появления подроста. Данная категория растений признана исследователями весьма неустойчивой по отношению к совокупности действующих экологических факторов [1, 3, 6, 8]. Близкие по содержанию выводы, касающиеся оценки естественного возобновления пристепных боров, были отражены исследователями в цикле научных публикаций второй половины XX и начала XXI столетия [1-9, 11].

Тем не менее, уже в середине семидесятых годов прошлого столетия в бассейне С. Донца был начат масштабный опыт по внедрению системы главных рубок, направленных на использование естественного потенциала лесных насаждений. Итоги многолетнего опытно-производственного эксперимента, завершенного на рубеже столетий, невозможно было отнести к категории однозначно положительного результата. Вполне успешным был признан лишь один вариант опыта, а, именно, длительно-постепенной рубки [7, 8]. Во всех остальных случаях на месте опытных объектов были созданы культуры сосны. По итогам опыта перспектива внедрения системы постепенных и узколесосечных рубок для придонецких боров была поставлена под сомнение.

Очевидной причиной противоречий в результатах исследований, а, следовательно, и невозможности реализации накопленных знаний в практике ведения лесного хозяйства можно считать несовершенство теоретических основ рассматриваемого процесса. Тем не менее, актуальность исследований, посвященных вопросам естественного возобновления, вполне очевидна, по меньшей мере, по причине сохранения биологического разнообразия и устойчивости лесных экосистем, а также внедрения методов устойчивого ведения лесного хозяйства в практику ведения лесного хозяйства. Не менее важным вопросом, подлежащим внимательному изучению, является оценка способности искусственно созданных насаждений сосны к естественному возобновлению.

Объекты и методика исследования. Исследование пространственно-возрастной структуры подроста и оценка структурно-функциональных особенностей естественного возобновления пристепных боров С. Донца были выполнены нами в течение 2003-2015 гг. Выбор объекта исследования обусловлен географическими особенностями, типологическим разнообразием и происхождением сосновых лесов. Так, например, протяженность реки, уходящей своими истоками к южным отрогам Среднерусской возвышенности, составляет 1053 км. Водосборный бассейн реки С. Донца общей площадью порядка 100 000 км² (98,9 тыс. км²) разделен на две части: лесостепную и степную зону, граница между которыми проходит по территории Изюмского и Балаклейского лесохозяйственных предприятий. Пристепные боры приурочены к условиям боровой террасы и распространены от верховьев реки до естественной границы их соприкосновения со степью в нижнем течении С. Донца. По мнению исследователей, значительная часть сосняков боровой террасы представлена искусственно созданными лесами [6].

В качестве методологической основы исследования при изучении пространственно-возрастной структуры подроста сосны нами было принято положение Ю.А. Злобина о том, что: «При возобновлении на вырубках и гарях ценопопуляция подроста древесной породы соответствует ценопопуляции данного вида в ее полном объеме. В случае возобновления под пологом материнской породы совокупность особей подроста является лишь частью ценопопуляции вида. В связи с экологической самостоятельностью подроста такую субценопопуляцию подроста допустимо рассматривать отдельно» [11].

На этапе выполнения ретроспективного анализа и на основании литературных данных был составлен список популяционных всплесков придонецких боров за период 1906-1965 гг. После чего на пространстве боровой террасы С. Донца и его притоков предусматривалось проведение рекогносцировочных исследований и формирование системы пробных площадей. Также в течение указанного периода была сформирована сеть контрольных объектов на боровой террасе реки Днепр и его левобережных притоках.

Пробные площади размещены в границах лесостепной и степной зоны бассейнов рек С. Донца и Днепра. Объекты исследования в границах созданной сети пробных площадей расположены в пределах и за границами пирогенного ряда, соответственно под пологом и за пределами линейных контуров материнских насаждений. Значительная часть опытных объектов приурочена к землям, выведенным из-под сельскохозяйственного пользования, а также карьерным разработкам и различного рода полигонам. Общим условием, оказывающим влияние на формирование сети пробных площадей, было наличие подроста сосны. Кроме того, в рамках выполненного исследования большое внимание было уделено изучению процессов естественного возобновления при проведении постепенных рубок и оценке современного состояния насаждений, возникших по окончании опытно-производственного эксперимента выполненного на территории учебно-опытного лесхоза Харьковского национального аграрного университета им. В.В. Докучаева (ХНАУ) [7, 8].

Пробные площади в пространстве опытных объектов были заложены либо в соответствии с границами существующих биогрупп, либо согласно методике С.С. Пятницкого (1959). В первом случае размер пробных площадей заметно варьировал и зависел от площади биогруппы. Во втором случае размер пробной площади составлял 10×10 (м²) [12]. В рамках варианта опыта преимущественно применялась четырехкратная, реже шестикратная повторность. В случае пересчета самосева и мелкого подроста высотой до полуметра нами была использована методика формирования пробных площадей П. Грейг-Смита (1968). При этом количество учетных площадок размером 1×1 (м²) в пределах пробной площади составляло от 100 до 200 шт. Как правило, учетные пробные площадки располагались в системе трансект, размещенных на одинаковом удалении друг от друга [10]. С целью оценки жизненного состояния подроста нами были использованы следующие показатели: диаметр растений на уровне шейки корня и высоте груди (см), высота растения (см), верхушечный прирост растения за последний год (см) и при необходимости, например, при определении темпов прироста растений за последние три-пять лет (см). Кроме того, замерялась проекция кроны подроста во взаимно противоположных направлениях (см), устанавливался возраст растений по мутовкам с последующей коррекцией полученных данных на основании изучения возраста по модельным растениям. Жизненное состояние подроста оценивалось по шкале: благонадежный, устойчивый, неблагонадежный. В качестве критерия оценки жизненного состояния использовано соотношение длины верхушечного и бокового побега, а также понятие относительного прироста подроста по высоте,

неоднократно апробированное при выполнении цикла полевых исследований [6]. При выделении категории неблагонадежных растений также учитывалась степень дехромации и дефолиации крон подроста. Тип ценопопуляциии подроста определялся согласно методике Ю.А. Злобина [11]. Критерием правильности оценки полученного результата была принята точность опыта по совокупности показателей, позволяющих оценить состояние и перспективу роста растений, ценопопуляции и субценопопуляционных фрагментов.

За двенадцатилетний период исследований с целью оценки пространственно-возрастной структуры подроста сосны и выявления структурно-функциональных особенностей естественного возобновления придонецких боров нами были заложены и проанализированы данные 575 опытных объектов.

Результаты исследования. На начальном этапе исследований в бассейне С. Донца нами было зафиксировано повсеместное распространение подроста сосны с доминированием особей, которые появились в период 2002±1 года. Это наиболее распространенная категория растений, появление которой в определенной мере связано с перестройкой структуры сельского и лесного хозяйства южной покатости Русской равнины (РР) [7, 13-15]. Ценопопуляции и субценопопуляционные фрагменты подроста с указанной доминантой возрастного спектра встречались в лесостепной и степной зоне боровой террасы С. Донца, в границах пирогенного ряда и на землях, выведенных из-под сельскохозяйственного пользования. Присутствие жизнеспособного подроста указанной возрастной категории было установлено нами также и в бассейне Днепра.

Анализ полученных данных позволил выдвинуть предположение о том, что в границах исследуемых ценопопуляций возрастные спектры подроста обладают определенной степенью схожести. Очевидно, что подобие, присущее возрастным спектрам подроста сосны, с одной стороны, обусловлено структурой плодоношения материнских насаждений, с другой – реализацией репродуктивного потенциала насаждений в категорию самосева и подроста. Так, например, известно, что для придонецких боров семенному году или году обильного плодоношения предшествует средний по уровню урожайности год. Следующий за семенным год тоже, как правило, близкий по урожайности к средним показателям. Резкий перепад урожайности от года обильного плодоношения к его полному отсутствию, по мнению исследователей, представляет скорее исключение, нежели правило [9]. Возрастная структура ценопопуляций является итогом процесса реализации репродуктивного потенциала насаждений в условиях существующей экологической ниши. Полученные нами данные позволяют утверждать, что довольно типичной характеристикой кривых распределения растений по возрасту является пониженная симметрия и ожидаемые смещения частот подроста на фоне нормального распределения *(таблица 1)*. В свою очередь диссимметрия и асимметричность, как характеристика и свойство кривых распределения растений, являются подтверждением сходства возрастной структуры ценопопуляций и субценопопуляционных фрагментов подроста сосны.

Таблица 1

Фрагмент биометрической оценки возрастной структуры подроста сосны с доминантой возрастного спектра 2002±1 года в лесостепной и степной зоне бассейна С. Донца

Пробная площадь	Показатель				
	X±m	E	A	V	P
Лесостепная зона. Скрипаевское лесничество					
ПП-01/09Сс	6,9±0,03	19,18	–4,54	3,02	0,43
ПП-02/09Сс	6,9±0,10	11,69	–3,59	7,58	1,46
ПП-04/09Сс	6,9±0,04	3,85	–2,39	4,80	0,58
Степная зона. Дробышевское лесничество					
ПП-04/10Кд	7,9±0,07	19,46	–4,36	5,06	0,89
ПП-05/10Кд	8,3±0,12	1,12	1,32	8,75	1,44
ПП-07/10Кд	8,3±0,15	2,81	2,00	8,05	1,80
Степная зона. Кондрашевское лесничество					
ПП-03/09Сл	6,3±0,13	–0,78	–0,49	11,11	2,06
ПП-04/09Сл	6,7±0,11	2,75	–1,91	8,81	1,64
ПП-06/09Сл	6,9±0,05	6,31	–2,81	4,49	0,73

Результаты оценки диаметра, средней высоты и ширины крон подроста *(таблица 2)* служат основанием для предположения о том, что диссимметрия и асимметричность показателей растений в границах исследуемых выборок – сравнительно типичная характеристика ценопопуляций и в целом процесса возобновления. Вполне очевидно, что смещение кривых распределения по диаметру, высоте и ширине кроны относительно среднего показателя связано с процессами дифференциации растений и последующего самоизреживания биогрупп. Или, иными словами, право и левосторонняя асимметрия свидетельствует о распределении растений и особенностях их накопления в границах фактического ряда по сравнению с нормальным распределением. Подобие наблюдаемого явления очевидно, но его масштабы на уровне пространственной структуры ценопопуляций заметно варьируют. Абсолютные значения асимметрии в каждом конкретном случае будут обусловлены процессами авторегуляции структуры существующих растительных группировок, комплементарностью ниши возобновления биоэкологическим свойствам растений на определенной фазе их роста и развития.

Таблица 2

Фрагмент статистической оценки подроста сосны по диаметру, высоте и ширине кроны

Пробные площади	Диаметр, см		Высота, м		Ширина кроны, м	
	X̄±m	A	X̄±m	A	X̄±m	A
Лесостепная зона. Задонецкое лесничество						
ПП-01/09Зд	2,7±0,21	1,16	4,7±0,38	-0,33	1,4±0,14	1,13
ПП-05/09Зд	2,6±0,11	1,11	3,9±0,12	1,17	0,9±0,09	1,11
ПП-10/09Зд	4,7±0,36	0,98	5,6±0,24	-0,54	1,6±0,13	0,53
ПП-11/09Зд	3,7±0,17	0,95	7,7±0,24	-0,38	2,2±0,18	-1,23
Степная зона. Песковское лесничество						
ПП-05/05Ип	4,6±0,18	1,45	7,1±0,25	0,26	1,8±0,09	1,96
ПП-06/05Ип	4,0±0,23	0,96	5,3±0,29	0,37	1,3±0,08	1,14
ПП-07/05Ип	4,1±0,15	1,23	5,1±0,27	0,31	1,5±0,07	0,85
ПП-08/05Ип	3,5±0,20	1,11	3,6±0,19	0,18	1,35±0,05	-0,38
Степная зона. Боровское лесничество						
ПП-01/11Сб	2,0±0,07	0,39	2,2±0,12	-0,2	0,9±0,06	0,57
ПП-03/11Сб	3,2±0,12	0,44	3,1±0,13	-0,39	1,5±0,09	0,94
ПП-10/11Сб	2,3±0,07	0,74	3,9±0,11	5,42	1,1±0,07	0,26
ПП-29/11Сб	3,1±0,21	-0,97	2,6±0,14	-1,09	1,6±0,09	-0,38

Еще одним подтверждением подобия возрастной структуры подроста является предложенное исследователями понятие волны возобновления. Впервые данное понятие было применено в начале тридцатых годов прошлого столетия, а в середине семидесятых подтверждена целесообразность его использования, в том числе, с целью объяснения периодичности процесса возобновления пристепных боров [4, 5].

Дальнейшая фиксация возрастных показателей подроста позволила выявить ряд предшествующих 2002±1 г. и последующих всплесков естественного возобновления. Так, наряду с указанной возрастной доминантой в бассейне С. Донца и за его пределами были установлены жизнеспособные субценопопуляционные фрагменты молодняков сосны с доминирующими поколениями: 1996±1, 1991±1, 1985±1 гг. Данная категория молодняков большей частью приурочена к разрывам в пологе материнских насаждений и размещена в границах пирогенного ряда. Заметно реже молодняки указанной возрастной категории встречались в условиях нарушенных местообитаний: на территории бывших карьерных разработок, различного рода полигонах, утративших свое функциональное назначение и других объектах. Ценопопуляции молодняков сосны с доминантами возрастного спектра 1996±1, 1991±1, 1985±1 гг. встречались в сравнительно меньшем количестве, чем поколение подроста с доминантой 2002±1 г. На пространстве боровой террасы С. Донца, кроме вышеуказанных нами были выявлены ценопопуляции и субценопопуляционные фрагменты с доминированием растений, появившихся в 2007±1 и 2011±1 гг.

Таким образом, оценка возрастной структуры подроста послужила основанием для формирования следующего ряда популяционных всплесков придонецких боров: 1996±1, 1991±1,

1985±1, 2002±1, 2007±1, 2012±1 гг. Опираясь на данные ретроспективного анализа, а также учитывая результаты полевых исследований, можно предположить, что в течение прошедшего столетия ряд всплесков естественного возобновления придонецких боров может быть представлен следующим образом: 1906, 1909, 1912, 1919, 1926, 1932-1933, 1937-1938, 1942-1943, 1954-1955, 1964-1965, 1985±1,1991±1, 1996±1, 2002±1, 2007±1, 2011±1 гг. Принимая во внимание тот факт, что периоды между популяционными всплесками колеблются от 5 до 11 лет, в процессе построения указанного ряда нами была выполнена частичная его реконструкция (1965-1986 гг.). Восстановление отсутствующих сведений позволяет полагать, что предложенный ряд будет выглядеть следующим образом: 1907±1, 1912±1, 1919±1, 1926±1, 1932±1, 1936±1, 1943±1, 1947±1, 1955±1, 1964±1, 1969±1, 1976±1, 1981±1, 1985±1, 1991±1, 1996±1, 2002±1, 2007±1, 2012±1 гг. То есть, за столетний период (1906-2007 гг.) наблюдений насчитывается порядка восемнадцати популяционных всплесков. Безусловно, представленный ряд не претендует на абсолютную полноту и точность данных. Возможно, представленный список дат популяционных всплесков в дальнейшем потребует уточнения. Тем не менее, полученные нами сведения являются основанием для вывода о наличии определенной периодичности популяционных всплесков, которая совпадает с формированием оптимального гидротермического режима на боровых террасах крупных водотоков южной покатости РР.

Принимая во внимание периодичное и в тоже время массовое появление всходов и самосева сосны, допустимо предположение о том, что на этапе популяционного всплеска можно наблюдать формирование единого пространства, в границах которого прослеживается синхронность реализации репродуктивного потенциала сосняков. С течением времени процессы авторегуляции структуры волны возобновления влекут за собой перераспределение и накопление жизнеспособного подроста в разрывах полога и по внешним границам материнских насаждений. В равной мере жизнеспособный подрост в значительном количестве накаливается на открытых пространствах горельников, землях сельскохозяйственного назначения, на местах карьерных разработок, полигонах и других объектах. Общим правилом, гарантирующим реализацию репродуктивного потенциала сосняков в категорию жизнеспособного подроста, является комплементарность емкости экологической ниши биоэкологическим свойствам подроста. Эта же зависимость объясняет массовое появление всходов и самосева сосны под пологом материнских насаждений на этапе формирования волны и следующий за ним процесс массовой гибели самосева по исчерпании емкости ниши возобновления. После чего в границах кронового пространства материнских насаждений остаются лишь единичные, как правило, отстающие в росте и развитии особи подроста, приуроченные к световым «пятнам» и минимальным по площади разрывам в пологе насаждений, свидетельствующие о прохождении очередного популяционного всплеска. Указанная категория растений и незначительные по площади биогруппы могут сравнительно долгое время оставаться в границах существующих лесных массивов. Таким образом, единое пространство или «поле возобновления», в границах которого происходит реализация репродуктивного пространства в категорию самосева и подроста со временем распадается на ряд составляющих фрагментов. Расслоение ценопопуляции на составляющие ее элементы и, в частности, сосредоточение подроста в разрывах полога насаждений, образующих лесной массив боровой террасы, является одним из элементов структурообразующей функции процесса, направленной на восстановление и удержание видоспецифичного пространства пристепных боров.

Исследованиями установлено, что ценопопуляциям и субценопопуляционным фрагментам подроста свойственна вполне определенная пространственная структура. Так, например, с удалением от линейного контура насаждения происходит постепенное снижение густоты подроста и синхронное изменению плотности варьирование биометрических показателей растений. Аналогичные закономерности пространственной структуры достаточно отчетливо прослеживаются для подроста, расположенного на горельниках и землях, выведенных из-под сельскохозяйственного пользования. Высокая плотность подроста, достигающая нескольких десятков тысяч растений на один гектар, наблюдается на стометровом удалении от стены лесных массивов [6, 7]. При этом максимальная густота растений в границах существующих ценопопуляций прослеживается на удалении одной, реже двух средних высот от стены лесного массива. По нашим оценкам, возможное удаление подроста, характерное представителям рода *Pinus,* составляет порядка 500-600 м [7]. В тоже время, исследователи отмечают, что расселение подроста от стены материнского насаждения прослеживается на гораздо большем расстоянии, достигающем 800 м [14].

На горельниках особенности пространственной структуры и плотность растений в границах сформированных ценопопуляций подроста во многом определены не только удалением от стен материнских насаждений, но и наличием куртин и одиночных деревьев, сохранившихся во время лесного пожара и выполняющих роль семенников и семенных куртин. В связи с чем, здесь можно выделить от двух до трех зон, где наиболее вероятна активизация процессов естественного возобновления. Первая – это зона непосредственного влияния материнского насаждения, формирование которой связано с наличием внешней его границы и горельника. Жизнеспособный подрост сосны сосредоточен вдоль линейного контура лесного массива. Внутренняя зона горельника формируется под влиянием существующих куртин и одиночных деревьев, сохранившихся при прохождении лесного пожара. Варьирование плотности ценопопуляции и ее фрагментов, а также комплекса биометрических показателей растений по периферии внешнего контура куртин аналогично предыдущему варианту. В данном случае преобладает жизнеспособная категория подроста. Третья зона – это пространство под пологом материнского насаждения, пройденное низовым пожаром. В границах третьей зоны густота подроста сосны, как правило, имеет максимальные значения. Здесь также прослеживается биогрупповой характер размещения подроста, однако его состояние нельзя отнести к категории благонадежного или даже устойчивого. Динамика роста и развития растений, как, впрочем, и закономерного отпада, во многом определена сомкнутостью кронового пространства материнского насаждения. Массовый отпад и гибель растений в сравнительно короткие сроки является наиболее вероятным событием в границах указанной зоны.

В конечном итоге пространственный рисунок, плотность ценопопуляции подроста на горельниках и особенности его роста и развития с течением времени обусловлены сочетанием указанных зон. Таким образом, можно полагать, что особенности структуры подроста в значительной мере определяются пространственной «матрицей» горельника. Соответственно, некогда единое пространство или «поле возобновления» дифференцировано, как минимум, на три функциональных зоны, отличающихся особенностями роста и развития подроста.

На землях, выведенных из-под сельскохозяйственного пользования, пространственная структура подроста, при прочих равных условиях, обусловлена его удалением от стены материнского насаждения, а также закономерным варьированием плотности растений в границах существующей ценопопуляции. В данном случае можно выделить одну функциональную зону с наличием жизнеспособного подроста. Ширина полосы с присутствием жизнеспособного подроста вдоль стены материнского насаждения может заметно варьировать, но большая его часть сосредоточена в стометровой зоне, прилегающей к стене насаждения или лесополосы. К сказанному, очевидно, следует добавить, что наличие жизнеспособных ценопопуляций подроста служит основанием для утверждения о том, что современные насаждения сосны в бассейне С. Донца, большей частью созданные искусственным путем, способны к естественному возобновлению.

В большинстве рассмотренных нами вариантов пространственной и возрастной структуры подроста отчетливо просматривается инвариантность или сходство структуры ценопопуляций и субценопопуляционных фрагментов. В свою очередь, постоянство структуры и подобие пространственного рисунка ценопопуляции или ее фрагментов, позволяет выдвинуть предположение относительно фрактальной природы процесса естественного возобновления [16]. Ценопопуляция и субценопопуляционные фрагменты или биогруппы подроста разномасштабны в границах рассматриваемого процесса, но инвариантность их структуры очевидна.

Очевидно, постоянство популяционных потоков, следующих с определенной периодичностью, а также сходство и подобие пространственной структуры ценопопуляций подроста являются условием успешности процессов естественного возобновления, обеспечивающих устойчивость придонецкиxx боров во времени и пространстве. В тоже время результаты наших исследований являются основанием для предположения о том, что далеко не всегда даже в условиях пирогенного ряда можно ожидать формирования жизнеспособных ценопопуляций подроста сосны. Как правило, успешная реализация репродуктивного потенциала насаждений и массовое появление самосева наблюдается в ближайший один-два года после прохождения лесного пожара или вывода земель из-под сельскохозяйственного пользования. При условии увеличения временного разрыва между прохождением лесного пожара и годом обильного семеношения конкуренция растений экологических аналогов оказывает заметное и весьма негативное влияние на процессы естественного возобновления пристепных боров. Не менее очевидны аналогичные события и замещение сосны на этапе

популяционного всплеска и формировании ценопопуляции подроста на землях, выведенных из-под сельскохозяйственного назначения, вырубках, полигонах и т.д. По этой причине процессы естественного возобновления сосны могут быть исключены на длительное время из жизненного цикла лесной экосистемы, например, вследствие задернения или же зарастания площади горельников и вырубок сопутствующими второстепенными породами, нередко вегетативного происхождения, что в конечном итоге влечет за собой формирование производных древостоев.

Выводы. Характерной чертой естественного возобновления придонецких боров является периодичность популяционных всплесков. Исследованиями установлено, что всплески естественного возобновления обусловлены вхождением популяции сосны бассейна С. Донца в зону оптимальных гидротермических условий. Синхронные во времени процессы естественного возобновления были зафиксированы на левобережье Днепра и его притоках. Принимая во внимание постоянство популяционных потоков и успешность реализации репродуктивного потенциала сосняков на боровой террасе С. Донца, можно утверждать, что современные насаждения сосны, большей частью, созданные искусственным путем, сохранили способность к естественному возобновлению.

Структуре ценопопуляций и субценопопуляционных фрагментов подроста сосны присуще свойство сходства и подобия. Впервые такое сходство пространственной структуры подроста на уровне субценопопуляционных фрагментов или биогрупп, было установлено исследователями во второй половине прошлого столетия и в дальнейшем получило неоднократное подтверждение. Ценопопуляция и субценопопуляционный фрагменты или биогруппы подроста разномасштабны в пространстве процесса возобновления, но инвариантность их структуры очевидна. В свою очередь, подобие пространственно-возрастной структуры ценопопуляций и субценопопуляционных фрагментов подроста сосны позволяет выдвинуть предположение относительно фрактальной основы процесса естественного возобновления пристепных боров во времени и пространстве боровой террасы С. Донца.

Успешная реализация репродуктивного потенциала насаждений и массовое появление самосева наблюдается, как правило, в ближайший один-два года после прохождения лесного пожара или вывода земель из-под сельскохозяйственного пользования. При увеличении временного разрыва между прохождением лесного пожара и годом обильного семеношения конкуренция растений экологических аналогов оказывает заметное и весьма негативное влияние на процессы естественного возобновления пристепных боров. Не менее очевидны аналогичные события и замещение сосны на этапе популяционного всплеска на землях, выведенных из-под сельскохозяйственного назначения, вырубках, полигонах и прочих объектах. По этой причине процессы естественного возобновления сосняков могут быть исключены на длительное время ввиду задернения или же замены главной лесообразующей на сопутствующие второстепенные породы, нередко вегетативного происхождения.

Список литературы

1. Врадий Н.И. Пристепные боры Украины и способы создания в них лесных культур: дис. … канд. с.-х. наук / УкрНИИЛХА им. Г.Н. Высоцкого. Харьков, 1961. 365 с.

2. Высоцкий Г.Н. О боровых типах Чугуево-Бабчанского лесничества вблизи Харькова на Донце. М., 1929. С. 7-15.

3. Гончар М.Т. Биологические группы подроста в сосновых лесах юга лесостепи // Зап. ХСХИ. 1957. Т. XVI. С. 117-133.

4. Дмитрієвський П.І. До питання про поновлення соснових лісів природним підростом // Вісті ХСГІ. 1928. № 10. С. 1-21.

5. Пятницкий С.С. Лесовозобновление в условиях левобережной Лесостепи УССР // Лесоразведение и возобновление: [науч. тр. ХСХИ]. Т. XLV. К., 1964. С. 3-23.

6. Салтыков А.Н. Структурно-функциональные особенности естественного возобновления придонецких боров. Симферополь: Ариал, 2019. 361 с.

7. Салтыков А.Н. Структурно-функциональные особенности зарастания сосной земель, выведенных из сельскохозяйственного пользования, в условиях южной покатости Русской равнины // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2023. № 3. С. 85-100.

8. Шишкин А.С. Исследования естественного возобновления в дубово-сосновых суборях и дубравах Левобережной Лесостепи УССР: дис. … канд. с.-х. наук: спец. 06.03.03 / Шишкин Александр Сергеевич. Х., 1972. 158 с.

9. Яровенко В.С. Плодоношение сосны обыкновенной в условиях южной лесостепи (на примере Скрипаевского учебно-опытного лесхоза ХСХИ) // Исслед. по лесоводству и агролесомелиорации: [науч. тр. ХСХИ]. Т. 142. Х., 1970. С. 125-136.

10. Грейг-Смит П. Количественная экология растений. М.: Мир, 1967. 359 с.
11. Злобин Ю.А. Оценка качества ценопопуляций подроста древесных пород // Лесоведение. 1976. № 6. С. 72-79.
12. Пятницкий С.С. Методика исследований естественного семенного возобновления в лесах левобережной Лесостепи Украины. Харьков: ХСХИ, 1959. С. 18-26.
13. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2020 году. М.: Росинформагротех, 2022. 384 с.
14. Жижин С.М., Залесов С.В., Магасумова А.Г. Изменение площади сельскохозяйственных угодий в Удмуртской Республике // Лесной вестник. 2022. Т. 26. № 3. С. 47-53.
15. Липски С.А. Состояние и использование земельных ресурсов России: тенденции текущего десятилетия // Проблемы прогнозирования. 2020. № 4. С. 107-114.
16. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. 656 с.

УДК 57.049
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1156-1160

ПОСТПИРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ТУВЫ

POST-FIRE TRANSFORMATION OF VEGETATION IN THE STEPPE ECOSYSTEMS OF TUVA

Самбуу А.Д., Нажик М.К.
Sambuu A.D., Nazhik M.K.

ГБНУ Республики Тыва «Центр биосферных исследований», Кызыл, Россия
State Budget Scientific Institution of the Republic of Tyva Center for Biosphere Research, Kyzyl, Russia

E-mail: sambuu@mail.ru

Аннотация. Степные пожары мы относим к пирогенным сукцессиям. В Туве выжигание травы чаще всего использовалось как одна из мер по улучшению качества степных пастбищ. Выжигание степей проводилось и проводится весной для уничтожения ветоши и подстилки, т.е. очищения травостоя от прошлогодних мертвых остатков, для того чтобы получить летом зеленую подрастающую траву. Весенние палы, проводимые по довольно влажной еще земле, относительно легко управляются человеком, не выходя за пределы намеченных для выжигания участков. Однако в сухую жаркую погоду, даже при легком ветре пал превращается в пожар, охватывая значительные площади, и обычно с трудом подавляется. Систематические исследования влияния пожаров на растительность различных типов степей Тувы не проводились. В настоящее время в Туве степные пожары носят регулярный характер и охватывают большие площади степей, они с постоянством возникают также и на лесостепных участках. Целью исследования является изучение динамики восстановления видового состава фитоценозов в степных экосистемах Республики Тыва.
Ключевые слова: пожар, степные экосистемы, растительный покров, Республика Тыва.

Abstract. We refer steppe fires to pyrogenic successions. In Tuva, grass burning was most often used as one of the measures to improve the quality of steppe pastures. Burning of the steppes was carried out and is carried out in the spring to destroy rags and litter, i.e. clearing the grass from last year's dead remains, in order to get green growing grass in the summer. Spring fires, carried out on fairly wet ground, are relatively easy to control by humans, without going beyond the designated areas for burning. However, in dry, hot weather, even with a light wind, the fallen turns into a fire, covering large areas, and is usually difficult to suppress. Systematic studies of the effect of fires on vegetation of various types of Tuva steppes have not been conducted. Currently, steppe fires in Tuva are regular and cover large areas of the steppes, they also occur with regularity in forest-steppe areas. The aim of the study is to study the dynamics of the restoration of the species composition of phytocenoses in the steppe ecosystems of the Republic of Tyva.Tyva.
Key words: fire, steppe ecosystems, vegetation cover, Republic of Tyva.

Введение. Известно, что выжигание и выгорание растительности в степях вызывает разнообразные изменения в последующем развитии растительного покрова. Степные экосистемы восстанавливаются сравнительно быстро, увеличивая видовое разнообразие и усложняя структуру травостоя. Результаты степного пожара определяются различно в зависимости от выгорающей ассоциации, силы и частоты горения травостоя, времени пожара, последующей погоды, характера и степени использования травостоя [1-3]. Когда не горевшее ранее сообщество подвергается пожару, возникает пик видов, который затем уменьшается [4, 5].

Систематические исследования влияния пожаров на растительность различных типов степей Тувы не проводились. В настоящее время пожары носят регулярный характер и охватывают большие площади степей, они с постоянством возникают также и на лесостепных участках [6, 7]. Выжигание травы весной чаще всего использовалось как одна из мер по улучшению качества степных пастбищ, для уничтожения ветоши и подстилки, т.е. очищения травостоя от прошлогодних мертвых остатков, чтобы получить летом зеленую подрастающую траву. Весенние пожары происходят по довольно влажной еще земле, однако в сухую жаркую погоду, даже при легком ветре пожар может охватить значительные площади.

Материалы и методы. В основу работы положены материалы, собранные в результате полевых исследований с 2003 по 2023 гг. За период исследования нами было выполнено 368 геоботанических описаний растительных сообществ, взято 396 укосов для определения их

продуктивности. Исследования проводили в степном и лесостепном поясах межгорных котловин Тувы. Исследовали изменение видового состава сообществ [8, 9], структуру доминирования [10, 11], запасы и структуру фитомассы [12-14]. Для проведения геоботанических исследований использовался метод пробных площадей, который позволяет выявить основные признаки фитоценоза и его местообитания: изучается не только состав и структура сообществ, но и влияющие на них окружающие условия. Пробная площадь имеет форму квадрата со сторонами 10 м. Геоботанические описания проводили на постоянных пробных площадях в пятикратной повторности.

Для выявления влияния огня на видовой состав сообществ проводили сопоставление серий пробных площадей на участках различных подтипов степей, подвергшихся влиянию огня весной 2003 года. Контролем служили нетронутые палом или пожаром участки близлежащих коренных степей. Для определения роли пирогенной нагрузки учитывались следующие факторы: местоположение, почвы, время возникновения пожара, видовой состав сообществ.

Результаты исследований и их обсуждение. *В Турано-Уюкской котловине* на не горевшем участке луговой степи (контроль) преобладали злаково-разнотравные сообщества с господством *Bromopsis inermis*, *Stipa capillata, S. krylovii, Carex pediformis, Festuca valesiaca* и др. Содоминантами были *Fragaria viridis, Potentilla longifolia, Pulsatilla patens, Phlomis tuberosa.* За 20 лет наблюдений на участке 500 м^2 отмечено 66 видов. Проективное покрытие составляет 90%.

Согласно описаниям Е.А. Ершовой [15], луговые степи в Турано-Уюкской котловине луговые степи занимают пологонаклонные местообитания с черноземными мало- и среднемощными слабокаменистыми почвами. Травостой развит хорошо, средняя высота составляет 30 см, проективное покрытие 90-95%, выражено три яруса. Первый ярус разреженный, высотой до 70 см, образован генеративными побегами *Phleum phleoides, Calamagrostis epigeios, Helictotrichon desertorum* и некоторыми видами разнотравья. Второй ярус густой, в нем сосредоточена основная масса травостоя с преобладанием *Pulsatilla patens*, *Iris ruthenica, Carex pediformis, Gallium boreale, Schizonepeta multifida, Phlomis tiberosa.* Высота его 35 см. Третий ярус также густой, высотой 15 см, сформирован низкотравьем и вегетативными побегами *Heteropappus altaicus, Carex pediformis, Fragaria viridis, Plantago media, Verinica incana* и др. На участке 100 м^2 было зарегистрировано 50 видов высших растений. Основу травостоя составляет прострел раскрытый, в качестве содоминанта выступают осока стоповидная, о. Кириллова или группа злаков.

На участке в апреле 2003 г. в начале вегетации возник весенний пожар из-за неосторожного обращения с огнем. Выгорело ≈5 га луговой степи. Май был сухим и жарким. После пожара степь имела черный аспект, на фоне которого сохранились омертвевшие остатки листьев *Aster alpinus, Phlomis tuberosa*, *Pulsatilla patens* и *Limonium flexuosum*. Выделялись подгоревшие по краям куртины *Caragana spinosa* и *C. pygmaea*. Ветошь и подстилка были полностью уничтожены огнем.

Через год после пожара на горевшем участке сообщества имели ярко зеленый аспект. Были зафиксированы *Bromopsis inermis*, *Carex pediformis, Stipa krylovii, Phlomis tuberosa* и двудольные *Galium boreale, G. verum* и др. На поверхности почвы образовались морозобойные трещины, ветоши и подстилки не было. Наиболее сильно пострадали от огня плотно- и рыхлокустовые злаки. Так, мятлики (*Poa pratensis, P. sibirica* и др.) после пожара не встречаются в сообществах, *Koeleria cristata* и *Stipa capillata* находятся в угнетенном состоянии. В фитоценозах отмечен корневищный степной злак вострец (*Leymus ramosus*), который, как и другие корневищные злаки и осоки, почти не страдает от пожара, так как их корневища располагаются в почве на значительной глубине. Восстановление сообществ происходит за счет несгоревших дерновин и сохранившихся в почве корневищ.

В первый год восстановления растительности на участке 500 м^2 выявлено 24 вида, проективное покрытие составило 50-60%. На 2-й год после пожара не горевшая степь выглядела серой, а восстанавливающийся участок имел ярко зеленый фон. В фитоценозах доминировали корневищные *Bromopsis inermis, Pulsatilla patens, Carex pediformis*, и дерновинные злаки *Festuca valesiaca*, *Stipa capillata* и *S. krylovii*. Отмечено много разнотравья, в составе которого преобладали корневищные виды. Единично встречались – *Allium splendens, A. senescens, A. strictum, Koeleria cristata, Plantago media, Iris ruthenica* и др. На участке 500 м^2 отмечено 53 вида, проективное покрытие – 60-70%. На 3-й год восстановления растительности границы между горевшим и не горевшим участками уже не было видно. В видовом составе сообществ существенных изменений не отмечено. Единичное участие в сложении сообществ принимают

Elytrigia repens, Achillea millefolium, Oxytropis pilosa и *O. campanulata, Geranium pratense, Iris ruthenica, I. humilis, Carum carvi, Trifolium lupinaster* и др. На участке 500 м^2 выявлено 56 видов, проективное покрытие – 80%. На 10-й год сукцессии в сообществах единично появляются мятлики (*Poa pratensis, P. sibirica, P. attenuata, P. argunensis*) и *Stipa pennata.* На участке 500 м^2 выявлено 61 вида, проективное покрытие – 80-90%. На 20-й год восстановления видовой состав сообществ почти не изменился. Отмечено появление видов коренных степей *Dianthus versicolor, Helictotrichon altaicum* и др. На участке 500 м^2 выявлено 63 вида, проективное покрытие – 90-95%.

Число доминантов в первый год восстановления сообществ после пожара достигает 6, среди них дерновинный злак *Stipa krylovii,* корневищный – *Bromopsis inermis,* из осок *Carex pediformis* и три вида разнотравья. На 2-й год число преобладающих видов остается равным 6, из числа доминантов выпадают *Galium boreale, G. verum,* остаются – *Bromopsis inermis, Carex pediformis* и *Stipa krylovii,* появляется три новых доминанта – *Festuca valesiaca*, *Pulsatilla patens* и *Stipa capillata.* На 3-й год восстановления число доминантов увеличивается до 7, на 4-й год весь состав доминантов сохраняется, близким остается и их вклад в фитомассу. На 20-й год к числу доминантов добавляется *Phlomis tuberosa,* который господствовал сразу после пожара. В целом структура доминирования восстанавливается быстрее, чем видовой состав сообщества.

Таким образом, в 1-й год после пожара число видов на выгоревшем участке уменьшается. При отсутствии ветоши и подстилки травостой кажется разреженным, но жизненное состояние большинства видов лучше на горевшем участке, т.к. здесь много цветущих и плодоносящих растений. Уже на 2-й год после пожара происходит увеличение количества видов почти в 2 раза, растения развиваются значительно лучше, чем на не горевшей степи. На 10-й год восстановления растительности число видов в сообществе и проективное покрытие почти полностью восстанавливаются. Необходимо отметить, что в сообществе даже на 20-й год сукцессии не встречаются сорняки. Кроме того, напочвенные лишайники (*Parmelia vagans*) и мхи полностью уничтожаются огнем. Восстановление их идет очень медленно.

В Тувинской котловине по данным В.М. Ханминчуна [16] в фитоценозах настоящей разнотравно-злаковой степи на южном черноземе преобладают *Koeleria cristata*, *Agropyron cristatum, Cleistogenes squarrosa, Stipa capillata,* иногда встречается *Poa stepposa* и наблюдается постоянная примесь *Artemisia frigida, Potentilla acaulis, Caragana pygmaea*. С появлением *Festuca valesiaca* и при господстве его в злаковой группе более отчетливо выявляется горный характер степи. Вместе с типчаком в фитоценозах постоянно присутствует *Carex pediformis.* При сильной щебнистости почв уменьшается участие злаков, среди которых господство переходит к типчаку и овсецу китайскому. В группе разнотравья, кроме полыни и лапчатки, значительное распространение получает *Orostachys spinosa*. Постоянны в сообществе *Coluria geoides, Tulipa uniflora, Thymus asiatica* и некоторые кустарники: *Berberis sibirica, Grossularia sibirica, Spiraea crenata, S. hypericifolia, Cotoneaster melanocarpa*. Настоящие степи богаты по видовому составу сообществ, так на участке 100 м^2 здесь встречается более 40 видов. Средняя высота травостоя составляет 30 см, проективное покрытие до 90%, задернованность 10-12%, четко выражены три яруса.

В злаково-разнотравных не горевших сухих степях с *Caragana pygmaea* доминируют *Helictotrichon altaicum, Bromopsis inermis, Stipa krylovii*, содоминируют *Carex pediformis, Stipa capillata, Phleum phleoides*. В зависимости от погодных условий число видов варьирует по годам (от 38 до 56 видов). В 2003 г. в фитоценозе участка 500 м^2 было выявлено 56 видов. Проективное покрытие составил 80-90%.

В 2003 г. степь подвергалась весеннему пожару. В первый год после пожара степь выглядела ярко зеленой, так как *Bromopsis inermis* и дерновинные злаки – ковыли, типчак, тонконог – отрастали довольно быстро. *Elytrigia repens*, *Heteropappus altaicus*, *Phleum phleoides*, *Pulsatilla patens* были повреждены огнем слабо и разрастались быстро. *Poa pratensis*, *Scabiosa ochroleuca, Vicia cracca* более чувствительны к огню и в первый год после пожара были низкорослыми с малым количеством листьев. Значительная часть многолетних мезофитов, такие как *Silene repens*, *Plantago media*, *Achillea millefolium*, *Trifolium lupinaster*, *Thalictrum foetidum*, *Th. petaloideum* выглядели угнетенными, низкорослыми и в течение всего лета не цвели. Число видов на участке 500 м^2 составило 30, что меньше, чем в естественном сообществе. Проективное покрытие уменьшилось с 90-95 до 50-60%. Уже на 2-й год после пожара растительность восстанавливается и развивается лучше, чем на не горевшей степи. Единично в сообществах встречаются *Achillea millefolium, Geranium pratense, Nepeta sibirika* и др. На участке 500 м^2 зарегистрировано 43 вида. Проективное покрытие составляет 80%. На 3-й год после пожара

сообщества на участке приобретают типично степную структуру. В видовом составе фитоценозов добавилось 7 видов, ранее не отмечавшихся на участке. Лишь на 10-й год восстанавливаются рыхлокустовые мятлики, на 20-й год – *Dianthus versicolor* и *Helictotrichon altaicum*. Число видов от 51 до 55 на 500 м^2. Проективное покрытие составляет 75-90%.

Доминантами сообществ первого года после пожара были злаки *Bromopsis inermis, Koeleria cristata, Festuca valesiaca, Stipa capillata* и *S. krylovii,* на 2-й год добавляются *Carex pediformis, Phleum phleoides, Phlomis tuberosa,* с 3-го по 10-й годы восстановления остаются те же виды, но с изменением их долевого участия. Итак, в первый год после пожара на горевшем участке настоящей степи, где полностью сгорели ветошь и подстилка, количество видов меньше, чем на целинном участке степи. На второй год наблюдается увеличение видов почти в 1,5 раза. На третий и четвертый годы продолжается рост числа видов. Отмечается восстановление видового состава сообществ и проективного покрытия на 10-й год сукцессии. Отмечено, как и в луговом сообществе, отсутствие сорных видов и яруса низших растений.

В Улуг-Хемской котловине согласно данным Л.П. Паршутиной [17] типичными являются злаковые мелкодерновинные сухие степи на каштановых почвах. В составе их травостоя преобладают *Stipa krylovii, Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata, Helictotrichon desertorum,* с ними содоминируют *Cleistogenes squarrosa* и *Agropyron cristatum*. Значительную роль в сложении фитоценоза играет *Caragana pygmaea.* Единично встречаются *Carex duriuscula* и *C. pediformis*. Из группы разнотравья наиболее характерны *Artemisia frigida, Veronica incana, Alyssum obovatum, Orostachys spinosa, Potentilla acaulis* и *P. bifurca*. Видовая насыщенность составляет 20-22 вида на 100 м^2. Проективное покрытие – 50-60%. Высота основной массы травостоя не превышает 10-15 см.

Весной 2003 г. участок подвергся пожару. На не горевшем сообществе коренной сухой степи с *Caragana pygmaea* доминировали *Stipa krylovii, Agropyron cristatum*, *Koeleria cristata, Cleistogenes squarrosa, Artemisia frigida, Potentilla acaulis*. Отмечены отдельные куртины *Stipa pennata*. На участке 500 м^2 выявлено 25 видов, проективное покрытие – 60-70%.

В первый год после пожара сухая степь имела ярко зеленый аспект из-за господства дерновинных злаков *Stipa krylovii* (35%)*, Agropyron cristatum* (17%) *Leymus chinensis* (12%) и *Koeleria cristata* (10%)*,* которые росли довольно быстро. Ветошь и подстилка сгорели полностью. На участке 500 м^2 число видов составило 10, проективное покрытие – 35-45%. На 2-й год восстановления сообществ происходит дальнейшее увеличение числа доминантов, добавляется *Festuca valesiaca.* Участок имеет ярко зеленый аспект. Отдельными экземплярами отмечены *Heteropappus altaicus, Potentilla acaulis* и *Veronica incana.* Количество видов на 500 м^2 достигает 13. Проективное покрытие составляет 40-55%. На 3-й год сукцессии число доминантов и их доля в фитомассе остаются прежними. Появляются новые виды *Allium senescens, Kochia prostrata* и *Stellaria cherleriae.* Зеленый аспект участка в июле сохраняется *(рисунок 1)*. Число видов на 500 м^2 увеличивается до 16. Проективное покрытие – 45-50%.



Рисунок 1. Участок сухой степи в Улуг-Хемской котловине после пожара на 3-й год сукцессии.

На 10-й и 20-й годы восстановления фон горевшего участка и не горевшей степи практически одинаков. На 4-й год появляются полукустарнички *Ephedra monosperma* и *Krascheninnikovia ceratoides*. На 20-й год *Festuca valesiaca* выпадает из числа доминантов, его замещают *Artemisia frigida* и *Potentilla acaulis*. Единично появляется *Parmelia vagans.* Число видов на участке 500 м^2 – 23. Проективное покрытие составляет 60-70%.

Заключение. В результате исследования восстановления фитоценозов после однократного степного пожара выявлено, что на участке луговой степи количество видов в сообществе за 20 лет повысилось в 3,8 раза, настоящей – в 3,5, сухой – в 2,8. Такое увеличение числа видов – результат их регенерации из почек или семян. При сохранении узлов кущения первыми после степного пожара восстанавливаются *Bromopsis inermis, Stipa krylovii, S. capillata, Carex pediformis, Koeleria cristata, Festuca valesiaca* и *Pulsatilla patens.* Выделились виды устойчивые к сгоранию – *Bromopsis inermis, Stipa krylovii, S. capillata Carex pediformis, Pulsatilla patens* и неустойчивые виды – рода *Poa, Dianthus versicolor* и *Helictotrichon altaicum.* Последние сильно повреждаются огнем, т.к. *Dianthus versicolor* имеет тонкие, сухие и быстро сгорающие листья, а *Helictotrichon altaicum* отличается рыхлыми и сухими узлами кущения. Однократный пожар приводит к последействию, которое выражается в определенном изменении видового состава сообществ и структуры растительного вещества. В целом одиночный пожар стимулирует продукционный процесс в фитоценозе.

Список литературы

1. Mitchell T.D., Jones P.D. An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids // International journal of climatology. 2005. Vol. 25. P. 693-712.
2. Savadogo P.D., Tiveau L., Savadogo J., Tigabu M. Herbaceous species responses to long-term effects of prescribed fire, grazing and selective tree cutting in the savanna-woodlands of west Africa // Perspectives in Plant Ecology. Evolution and Systematic. 2008. Vol. 10. P. 179-195.
3. Spasojevic M.J., Aicher R.J., Koch G.R and et al. Fire and grazing in a mesic tallgrass prairie impacts on plant species and functional traits // Ecology. 2010. Vol. 91(6). P. 1651-1659.
4. Whalley R.D.B., Robinson G.G., Taylor J.A. General effects of management and grazing by domestic livestock on the rangelands of the Northern Tablelands of New South Wales // Australian rangeland journal. 1978. No. 1. P. 174-190.
5. Bond W.J., Keeley J.E. 2005. Fire as a global ecosystems // Trends in Ecology and Evolution. Vol. 20. P. 387-394.
6. Самбуу А.Д., Хомушку Н.Г. Динамика постпирогенной степной растительности Тувинской котловины // Актуальные проблемы исследования этноэкологических и этнокультурных традиций народов Саяно-Алтая. II-ая межрегион. науч.-практ. конф. Кызыл. 2010. С. 130-131.
7. Самбуу А.Д. Сукцессии растительности в травяных экосистемах Тувы // Фундаментальные исследования. 2013б. № 10. С. 1095-1099.
8. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. 447 с.
9. Воронов А.Г. Геоботаника. М.: Высш. шк., 1973. 385 с.
10. Александрова В.Д. Динамика растительного покрова / Полевая геоботаника. Т. 3. М.-Л., 1964. С. 300-450.
11. Полевая геоботаника. Под ред. Лавренко Е.М., Корчагина А.А. Т. 5. Л.: Наука. 1976. 319 с.
12. Титлянова А.А. Биологический круговорот углерода в травяных биогеоценозах. Новосибирск: Наука, 1977. 219 с.
13. Титлянова А.А., Романова И.П., Миронычева-Токарева Н.П. Структура растительного вещества степей Убсунурской котловины // Глобальный мониторинг и Убсунурская котловина. М.: Интеллект. 1996. С. 15-18.
14. Титлянова А.А., Афанасьев Н.А., Наумова Н.Б. и др. Сукцессии и биологический круговорот. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние. 1993. С. 3-4.
15. Ершова Э.А. Степи Уюкского хребта // Степная растительность Сибири и некоторые черты ее экологии. Новосибирск: Наука, 1982. С. 94-108.
16. Хаминчун В.М. Флора Восточного Танну-Ола (Южная Тува). Новосибирск: Наука, 1980. 120 с.
17. Павлова Г.Г., Мальцева Т.В., Паршутина Л.П. Луга / Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР. Новосибирск, 1985. С. 154-179.

УДК 635.926
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1161-1168

ЭКОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРНОЗЕМЕЛЬСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНО-ОБВОДНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КАЛМЫКИИ

ECOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE CHERNOZEMELSKAYA IRRIGATION AND IRRIGATION SYSTEM OF KALMYKIA

Сангаджиева О.С., Бамбаева Е.Н., Сохорова З.В., Фадеева И.Ю., Бочкаев С.Л., Даваева Ц.Д., Сангаджиева Л.Х.
Sangadzhieva O.S., Bambayeva E.N., Sokhorova Z.V., Fadeeva I.Yu., Bochkaev S.L., Davaeva Ts.D., Sangadzhieva L.Ch.

Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, Элиста, Россия
B.B. Gorodovikov Kalmyk State University, Elista, Russia

E-mail: chalga_ls@mail.ru

Аннотация. Изучены особенности элементного состава и органических веществ в растениях Черноземельского оросительного канала. Было изучено 12 растений относящихся к 9 семействам. Все изученные виды растений были разделены на гигрофиты и мезофиты, при этом мезофитная группа – это растения у берега канала, т.е. они не испытывают дефицита воды. Определены особенности элементного состава растительности канала. Максимум накопления аммония, нитратов и серы – у щавеля, татарника, минимум – у костра, василька, клубнекамыша. Мезофиты выделяется среди других экологических групп по накоплению тяжелых металлов - содержание металлов в 2-3 раза выше, чем у гигрофитов. Почти все ряды накопления ТМ начинаются растениями мезофитами: Гречишные, Астровые, Бобовые, Маревые, в конце рядов стоят растения гигрофиты – Осоковые, Рдестовые, Рогозовые. Определены уровни накопления биологически активных веществ в растениях канала. Более обогащены протеином растения мезоксерофиты 11,0-24%, гигрофиты обеднены протеином 8,5-12,0%. Высокое содержание протеина у мари, татарника, ромашки, василька, верблюжьей колючки. Растения-гигрофиты накапливают меньше аскорбиновой кислоты в 2-3 раза меньше, чем растения суши. Высокое содержание аскорбиновой кислоты у следующих видов: костер, верблюжья колючка, татарника, ромашки, мари. Обеднены витамином – гигрофиты.

Ключевые слова: тяжелые металлы, оросительная система, элементный состав, загрязнение.

Abstract. The features of the elemental composition and organic substances in the plants of the Chernozemelsky irrigation canal have been studied. 12 plants belonging to 9 families were studied. All the studied plant species were divided into hygrophytes and mesophytes, while the mesophytic group are plants near the canal shore, i.e. they do not experience water scarcity. The features of the elemental composition of the vegetation of the canal are determined. The maximum accumulation of ammonium, nitrates and sulfur is in sorrel, tartar, the minimum is in bonfire, cornflower, tubers. Mesophytes are distinguished from other ecological groups by the accumulation of heavy metals - the metal content is 2-3 times higher than that of hygrophytes. Almost all rows of TM accumulation begin with mesophyte plants: Buckwheat, Aster, Legume, Haze, at the end of the rows there are hygrophyte plants – Sedges, Rdestovye, Cattails. The levels of accumulation of biologically active substances in the canal plants have been determined. Mesoxerophytes are more enriched in plant protein by 11.0-24%, hygrophytes are depleted in protein by 8.5-12.0%. The high protein content of mari, tatarnik, chamomile, cornflower, camel thorn. Hygrophyte plants accumulate less ascorbic acid 2-3 times less than land plants. The following species have a high content of ascorbic acid: bonfire, camel thorn, tartar, chamomile, mari. Vitamin–depleted hygrophytes.

Key words: heavy metals, irrigation system, elemental composition, pollution.

Одной из ведущих отраслей народного хозяйства РК является сельское хозяйство. Особенно активно развивается животноводство, орошаемое растениеводство и технология переработки сельскохозяйственной продукции [1-5]. Вся территория республики находится в сети оросительных систем и каналов низкого качества, устаревшей конструкции, с большим сроком износа, в связи с этим повсеместно наблюдается подтопление, засоление, заболачивание территорий, имеющиеся природные водоемы в этих условиях пересыхают (эффект Аральского моря).

Не соблюдение экологических требований приводит к авариям, выбросам газов, прорывам сточных вод, загрязнением площадей не обработанными отходами. Среди многочисленных загрязнителей наиболее токсичными считаются тяжелые металлы. Неизбежным результатом хозяйственной деятельности человека является загрязнение растений

тяжелыми металлами. В литературе мало данных по влиянию физико-химических показателей на межфазовое распределение веществ в системе «вода – донные отложения – почвы - растения» и их аккумуляцию в растениях [6-8].

Целью работы является изучение особенностей элементного состава и органических соединений в водных и околоводных растениях Черноземельского оросительного канала. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: определить элементный состав водных растений; уровни содержания тяжелых металлов в растениях, почве и воде; выявить особенности биологического накопления элементов растениями; определить уровни накопления биологически активных веществ в растениях; оценка степени загрязнения почв по соотношению органических и неорганических компонентов.

Объект исследования. Черноземельский оросительно-обводнительный канал (ЧООС), инженерное название Черноземельский магистральный канал, расположен в искусственном русле, характеризующемся потерями стока и недостаточной увлажненностью. Эти условия влияют на химический режим водоемов. Вода в канале отличается повышенной минерализацией и содержит сбросные и дренажные воды, которые поступают в него в небольших количествах с близлежащих территорий. Весной минерализация воды составляет 3,849 г/л, а осенью – 4,738 г/л [9].

Для изучения концентраций солей в почвах отбирались пробы в различных местах (улицы, микрорайоны, частный сектор с животноводческими дворами, мини предприятия и т.д.). Канал проходит рядом с поселками Южный, Светлый, Адык, Сарул, Яшкуль. Объектом нашего исследования являются хозяйственные территории поселков. Поселки небольшие, здесь занимаются выращиванием овощей, кормов для скота, выпасом скота. На территории хозяйств имеются несколько буровых площадок, заправки для авто и сеть дорог разного уровня: межпоселковые, междугородние, республиканские. Были отобраны пробы с 15 участков с разным хозяйственным использованием, на глубине 0-30 сантиметров.

Основу прибрежной растительности в Черноземельской оросительной системе составляют формации рогоза и тростника, они же представлены на мелководьях. Растительность территории оросительного канала распространена до глубины 1,2-1,5 м и даже 2 м. Первый пояс растительности (до глубины 20-40 см) составляют сообщества гидрофильных видов. Это преимущественно сухопутные растения, адаптированные к сильно увлажненному субстрату и к воздуху, насыщенному водяными парами: клубнекамыш, осока, рогоз песчаный. Второй пояс – ассоциации гидрофилов: рогозы узколистный и широколистный, тростник, сусак зонтичный. Растительность канала сосредоточена довольно узкой полосой (около 2 м) вдоль берегов. От уреза воды узкой полосой (1,5 м) располагаются прибрежно водные растения (осоки, рогозы, камыши, сусак), на открытых участках воды и между зарослями прибрежной растительности появляются погруженная растительность (рдест курчавый, наяда, роголистник темнозеленый, рдест пронзенолистный) [10, 11]. Ширина зарослей обычно не превышает 2 м в местах взятия проб. Среди погруженной растительности можно встретить растения с плавающими листьями (кубышка желтая, кувшинка белая), они были отмечены только в районе пос. Адык. Были отобраны пробы 12 растений из 9 семейств, расположенных по количеству видов в семействах – в 6 рангах. Наиболее распространенными являются растения трех семейств: злаковые, астровые и бобовые.

Методы анализа. Анализы природных объектов проводили следующими методами: титриметрия, капиллярный электрофорез «Капель», методом ААС. Чувствительность метода ААС составляет 0,01-0,05 микрограмм на миллилитр, оптимальная область определения от 0,5 до 20 микрограмм в миллилитре, газовая смесь пропан-воздух которая дает температуру 2500-3000°С, достаточную для атомизации тяжелых металлов [12, 13]. Определение минерализации и солевого состава почвы и воды проводили по методикам ГОСТ. Кроме определения степени засоления, также устанавливался тип и степень засоления почв. Солевые вытяжки использовались для определения подвижных форм N, P, K; pH, емкости поглощения, суммы обменных оснований. Определение легкогидролизуемого азота проводили по ГОСТ 26107-84. Определение подвижных форм фосфора и калия проводили по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО ГОСТ 26207-91. Определение калия и натрия проводили методом пламенной фотометрии при длинах волн 766,5 нм и 589,0 нм по ГОСТ 26207-91. В работе проанализировано 50 образцов почв, донных отложений, из них 20 образцов на количественное определение тяжелых металлов (ТМ). Потенциометрическим методом в солевых вытяжках определяли ионы нитрата, ионы аммония, ионы кали и ионы натрия с помощью ионселективных электродов на

иономере И-110. Для калибровочного графика использовали стандартные растворы с концентрацией от 10^{-6} до 10^{-1} моль/л растворы NH_4Cl, KNO_3, NaCl, KCl.

Результаты исследования. В канале минерализация воды увеличивается от весны к осени и зависит от источника водоснабжения. Максимальное значение составляет 4,2-25,3 г/л в водоемах, где ведется водный промысел, и не превышает 7,1 г/л. Общая минерализация воды в канале может быть солоноватой (1-3 г/л) или солеными (3-10 г/л). В тех водоемах, где классификационная принадлежность не изменилась, динамика содержания определенных ионов соответствует изменениям общей минерализации. В озерах, где классификационная принадлежность изменилась, показатели содержания определенных ионов повысились, а остальные снизились, включая ионы хлора. Повышение минерализации от весны к осени объясняется тем, что канал имеет одно русло, и уменьшение объема воды приводит к повышению ее минерализации [4, 5, 11].

По ионному составу весной вода в канале и близлежащих озерах является хлоридно-магниевого типа, а более удаленных – хлоридно-натриевого типа, летне-осенний период вода в канале ЧООС относится к хлоридно-натриевой II типа. Было проанализировано качество воды канала *(таблица 1)*. В процессе протекания по руслу канала жесткость воды меняется от 10 до 27,7 мэкв/л, произошло увеличение жесткости в 1,5-3 раза. Меняется щелочность воды в сторону уменьшения у пос. Светлый, увеличения – у пос. Сарул. Меняется минерализация вод в сторону увеличения в 3-5 раз. Такие изменения не могут не сказаться на донных отложениях.

Таблица 1

Характеристика воды Черноземельского оросительного канала

Показатели	ГОСТ	Чограй	Южный	Светлый	Адык	Сарул	Яшкуль
Жесткость, ммоль/л	7,0 (10)	10,33	27,74	9,60	9,35	15,34	17,52
Щелочность, мэкв/л	7,0	3,00	3,70	2,30	3,30	4,70	3,35
Минерализация, г/л	1,0-1,50	1,205	1,23	1,12	1,25	3,125	5,045

Содержание солей в донных отложениях, взятых со дна канала, колеблется от 0,26 до 0,75%, что свидетельствует о их засоленности. Анализ солевой вытяжки из почв показал, что сумма солей выше 0,25% составила 43% от общего количества изучаемых образцов. В катионной составляющей преобладает (Na^+) натрий от 0,74 до 2,28 мэкв/100 г. Содержание Na увеличивается в солонцах и солончаках 2-13 мэкв/100 г. Содержание иона кальция в основном не превышает 0,69 мэкв/100 г и лишь в засоленных отложениях достигает 2,85 и 4,37 мэкв/100 г, соответственно. Значительную роль играет (Mg^{2+}) магний изменяющийся от 0,47 до 1,15 мэкв/100 г.

Ионы хлора и сульфатов являются анионными компонентами, которые изменяются в диапазоне от 0,52 до 1,14 мэкв/100 г и от 1,12 до 3,45 мэкв/100 г соответственно. Во всех примерах количество ионов хлора превышает 0,03 мэкв/100 г, обычно колеблющееся в диапазоне 5-12 мэкв/100 г.

В *таблице 2* представлена информация о донных отложениях канала, которые были выбраны весной 2022 года.

Значения pH варьируют от 7,82 до 8,65, а также меняется тип засоления: от сульфатно-хлоридного магниево-натриевого до хлоридно натриево-магниевого.

В районе исследования основные типы почв светлокаштановые и бурые полупустынные разной степени солонцеватости и их разновидности лугово-бурые и лугово-каштановые. Разнообразие почв зависит от их гранулометрического состава, который может быть песчаным, супесчаным или легкосуглинистым. Бурые почвы имеют высокий процент солонцов, а некоторые солонцы и солончаки могут иметь кислую реакцию pH 4,45. Нейтральная среда pH 6,75-7,8 характерна для лугово-бурых и бурых полупустынных почв.

Встречается засоление, вызванное присутствием карбоната натрия – содовое засоление. Для выявления засоления были взяты следующие критерии классификации засоленности почв: сухой остаток водной вытяжки из отложений, сумма токсичных солей. Среднее по сухому остатку составляет 0,31%, сумма токсичных солей составляет 70%. Соответственно этим критериям, изучаемые отложения классифицируются как незасоленные и засоленные. Высокое содержание солей может привести к выщелачиванию грунта и увеличению соотношения

Na:(Ca+Mg), что в свою очередь может вызвать вытеснение обменного кальция натрием из коллоидного комплекса отложений *(таблица 3)*.

Таблица 2

Химический состав донных отложений

Название участка канала	HCO3	Cl	S04	Ca	Mg	Na
	в числителе – мэкв/100 г, в знаменателе – %					
Южный	0,375	0,475	1,098	0,690	0,470	0,735
	0,015	0,017	0,053	0,014	0,006	0,017
Светлый	0,425	0,500	1,360	0,625	0,500	1,060
	0,026	0,018	0,065	0,013	0,006	0,024
Адык	0,475	1,100	3,270	1,500	0,875	2,200
	0,029	0,039	0,157	0,030	0,011	0,051
Сарул	0,400	0,300	2,050	1,125	0,750	0,805
	0,024	0,011	0,098	0,026	0,009	0,019
Цаган-Усн	0,523	1,350	3,450	2,123	1,150	1,105
	0,032	0,048	0,166	0,042	0,014	0,025

Таблица 3

Тип и степень минерализации донных отложений ЧООС

Участки канала	pH	Сухой остаток, %	∑токсичных солей, %	Тип	Степень
				минерализации вод	
Южный	7,82	0,125	0,074	SO_4 >Cl>HCO_3 Na>Ca>Mg	Незасоленные солонцеватые
Светлый	8,53	0,235	0,102	SO_4 > Cl>HCO_3 Na>Ca>Mg	Засоленные солонцеватые
Адык	8,40	0,318	0,204	SO_4 > Cl>HCO_3 Na>Ca>Mg	Засоленные солонцеватые
Сарул	8,50	0,397	0,262	SO_4 > Cl>HCO_3 Ca>Na>Mg	Засоленные солонцеватые
Цаган-Усн	8,65	0,450	0,423	SO_4 > Cl>HCO_3 Ca>Mg>Na	Засоленные солонцеватые
Улан-Эрге	8,55	0,560	0,423	SO_4 > Cl>HCO_3 Ca>Mg>Na	Засоленные солонцеватые

В водной вытяжке из почв, взятых вблизи канала, содержание солей колеблется от 7,6 до 15,1%, что свидетельствует о засоленности изучаемых почв. Кислотность почвы измеряли в водной вытяжке (1 : 5). Водородный показатель pH водной вытяжки колеблется от 7,2 до 8,1, что говорит о небольшой щелочности всех почв. Анализ водной вытяжки показал, что на территории, прилегающей к ЧООС, встречаются слабозасоленные, засоленные и сильнозасоленные почвы. Для всех изучаемых почв характерен хлоридный тип засоления. Количество хлоридов варьирует от 196 до 253 мг/л, содержание Ca – от 3,5 до 7,3 мг-экв/100 г, Na – от 0,10 до 0,78 мг-экв/100 г. Тип засоления почв соответствует типу минерализации воды в озерах. Это позволяет охарактеризовать процессы выщелачивания и соленакопления, происходящие в течение длительного периода в озерах.

Результаты анализа водной вытяжки представлены шестью ионами в двух видах концентрации: в миллиграмм-эквивалентах и процентах. Среди катионов высокие концентрации отмечены для натрия – выше 3,1 до 7 мэкв/100 г почвы на орошаемом участке. Магний также неравномерно распределен от 0,4 до 2,0 мэкв/100 г почвы. Среди анионов хлориды распределены неравномерно: концентрация меняется от 0,3 (буровая и пастбище) до 3,4 мгэкв/100г почвы (в поселке у АЗС и на орошаемом участке). Сульфаты распределены неравномерно: концентрация меняется от 0,1 (в поселке) до 7,6 мэкв/100 г почвы (орошаемый участок, поселок у АЗС). Содержание сульфатов выше, чем хлоридов в 3-7 раз.

По ионному составу водной вытяжки из почв образуются концентрационные ряды для анионов: на пастбище больше сульфатов SO_4>HCO_3>Cl, на орошаемом участке Cl>SO_4>HCO_3

больше хлоридов, появляется сода, что неблагоприятно для развития растений и губительно для урожая. Образуются концентрационные ряды для катионов: на пастбище

Na>Ca>Mg больше натрия, на орошаемом участке почвы сильно засолены и повышается роль магния и натрия Na>Mg>Ca. Изменение величины сухого остатка происходит в пределах 0,1-0,3 (на пастбище и поселке) до 0,5-0,7% (на орошаемом участке и вблизи АЗС в поселке). По результатам водной вытяжки из почв определено наличие токсичных солей в водной вытяжке из почв (это отношение концентрации натрия с магнием к 15 [8]:

$$S_{токс\%} = \frac{(Na+Mg)}{15}, \text{ где } (Na + Mg)\ \frac{\text{мэкв}}{100\text{ г почвы}}.$$

Изменения такие же, как и для сухого остатка водной вытяжки и составляют большую его часть. Содержание токсичных солей до 0,1 – нормальное, от 0,11 до 0,3% и выше становится неблагоприятным для растений орошаемых участков.

Нитраты необходимы для роста и развития растений, они находятся в почве в доступной форме, если их не хватает, то вносят удобрения – селитры (калиевая, кальциевая, аммонийная – в виде нитратов). Содержание нитратов изменялось от 0,1 до 0,4 мг/на кг почвы. Высокое содержание их на орошаемом участке – в 2,5 раза больше, чем в поселке. Отношение нитратов к аммонию NO_3/ NH_4 на территории пастбища и буровой меньше 1: 0,5-0,8 раз, что свидетельствует о преобладании восстановительных процессов и наличии источника загрязнения этих участков органическими веществами (стоки с буровой и животноводческой стоянки.

На изучаемом объекте бурые полупустынные почвы слабо щелочные pH больше 8,0. Низкое содержание фосфатов, высокое содержание азота аммония, в некоторых пробах больше в 2-3 раза от нитратов, что неблагоприятно для растений, так как это восстановленный азот. Таким образом, почвы обеднены питательными элементами, засолены, имеют щелочную реакцию водной среды.

В обширной литературе по аридным почвам юга России и территории Северо-Западного Прикаспия [3, 6, 8, 10, 14] мало внимания уделено макро- и микроэлементному составу почв, хотя они способствуют повышению урожайности, повышают качественные показатели и питательность кормов.

Концентрационные ряды ТМ меняются в зависимости от расстояния до канала: на прибрежной территории поселков Zn>Pb>Cu>Co>Cd; на буровых, пастбище и орошаемых участках Zn>Cu> Co>Pb>Cd.

Содержание Zn в почвах неравномерно от 19 до 53 мг/кг почвы: высокое содержание на бывшей буровой, на одном участке пастбища и на орошаемом участке. В сравнении с поселком содержание цинка выше в 2 на пастбище и в 3 раза на орошаемом участке. Содержание Pb, одного из токсичных элементов, в почвах неравномерно от 3,7 до 10,2 мг/кг почвы. Высокое содержание его на бывшей буровой, на одном участке пастбища и на орошаемом участке. В сравнении с поселком содержание свинца выше в 1,5 на пастбище и в 2,5 раза на орошаемом участке.

Элементный состав почв является важнейшим показателем химического состояния почв, их свойств и генезиса. Накопление большого фактического материала о содержании химических элементов в почвах и других компонентах ландшафта требует проведения биогеохимического районирования отдельных территорий на региональном и локальном уровне. Прежде всего, такие работы проводят там, где наблюдается резкий дефицит или избыток элементов, и поэтому проявляются эндемические заболевания растений, животных и человека. В степной зоне, которая считается благополучной в отношении эндемических заболеваний благодаря оптимальному содержанию и соотношению в почвах большинства элементов, биогеохимические исследования крайне редки [9, 15].

Из-за отсутствия пополнения воды и высокой испаряемости происходит обмеление естественных водоемов Черноземельского района (Меклетинских и Состинских озер). Уменьшение объема воды приводит к повышению минерализации и пересыханию некоторых водоемов, что сокращает естественные нерестилища, засолению воды и изменению растительности.

Наибольшее выпадение в осадок и инкрустация высшей водной растительности карбонатами происходит в канале рядом с поселками Южный, Светлый, Адык, Сарул, Яшкуль, особенно сильно инкрустируются рдесты (пронзеннолистный и гребенчатый) *(рисунок 1)*. Раковины моллюсков в этих озерах более прочные.



Рисунок 1. Черноземельский канал в районе пос. Светлый.

Среди биотических составляющих водных экосистем особое место отводится высшим растениям (макрофитам) как ведущему фактору формирования и регулирования качества воды, а также кислородного режима природных водоемов. Определены особенности элементного состава растительности канала. NH_4-ион содержится в растениях в интервале 109,0-931,0 мг/кг, в среднем 298,7 мг/кг сухого растения, в гигрофитах 109,0-325,0 мг/кг. Высокое накопление NH_4-иона: щавель, татарник, минимум – у костра, василька, клубнекамыша. NO_3-ионы накапливаются водными растениями в широком интервале концентраций 256,0-1731,0 мг/кг, в среднем 465 мг/кг растения в сухом виде, у гигрофитов уровень ниже 256,0-406,0 мг/кг. Высоким содержанием NO_3-ионы отличаются: водные растения – рогоз, рдест, сусак; из растений суши у татарника уровень NO_3 выше среднего в 3,7 раза, минимум отмечен для растений суши – василек, костер.

Содержание P в пределах 233,0-992,0 мг/кг, в среднем 459,4 мг/кг, у гигрофитов разброс уже 233,0-341,0 мг/кг. Отличий в уровне содержания P для водных и околоводных растений нет, максимум P у дурнишника и татарника, у гигрофитов – клубнекамыша и рдеста содержание ниже среднего. Пределы содержания S 193,0-3012,0 мг/кг, т.е. отличия в 15 раз, среднее содержание 1541 мг/кг, у гигрофитов интервал уже 268,0-792,0 мг/кг, различие в 3 раза. Максимальные концентрации S у растений суши: василек, верблюжья колючка, татарник, марь белая. У водных растений низкий уровень S у рдеста и клубнекамыша.

Содержание K находится в пределах 0,87-3,02 мг/кг, среднее 1,54 мг/кг; у гигрофитов интервал 1,13-2,8 мг/кг. Максимальное у дурнишника, мари белой, у водных максимум – сусак зонтичный; минимальное – у костра кровельного, верблюжьей колючки и рдеста. Na в пределах 0,056-0,187 мг/кг, среднее содержание 0,122 мг/кг, у гигрофитов 0,013-0,14 мг/кг. Максимум Na у верблюжьей колючки и дурнишника, минимальное содержание у водных растений сусака и рдеста. Если рассматривать особенности накопления биогенных элементов (NPK) растениями по семействам, то образуется ряд: Астровые>Маревые>Сусаковые. Остальные элементы распределены равномерно в растениях всех семейств.

Определены уровни содержания тяжелых металлов в растениях. Pb пределы 0,34-1,52 мг/кг, среднее 0,84 мг/кг, гигрофиты 0,47-0,89 мг/кг. Максимум у мари, татарника и щавеля, низкое содержание у костра, верблюжьей колючки и рдеста. Cd пределы 0,04-0,36 мг/кг, среднее 0,25 мг/кг, гигрофиты 0,19-0,28 мг/кг. Максимум Cd у рогоза, татарника и ромашки, низкое содержание у костра, верблюжьей колючки и щавеля. У цинка Zn пределы содержания 10,34-47,72 мг/кг, среднее 16,42 мг/кг, особенности гигрофитов 13,45–16,92 мг/кг. Максимум Zn у дурнишника и мари, низкое содержание у костра, верблюжьей колючки и клубнекамыша. Для меди Cu пределы 2,53-11,49 мг/кг, среднее 5,71 мг/кг, гигрофиты 4,69–5,32 мг/кг. Максимум Cu у дурнишника, татарника, василька, ромашки, низкое содержание у костра, верблюжьей колючки и щавеля. Содержание Co в пределах 0,05-0,34 мг/кг, среднее 0,14 мг/кг, гигрофиты 0,04–0,14 мг/кг. Максимум Co у татарника и щавеля, низкое содержание у костра, верблюжьей колючки и клубнекамыша. Растения образуют следующие концентрационный ряд по тяжелым металлам: Zn>Cu>Pb>Cd>Co.

Для общей характеристики растений необходимо было определение белковых веществ - протеинов в растениях. Диапазон содержания протеина в растениях широкий 8,5-24%, различия в содержании в 3 раза, среднее 17,1%. Более обогащены протеином растения, растущие на суше (мезоксерофиты) 11,0-24%, гигрофиты обеднены протеином 8,5-12,0%. Высокое содержание

протеина у мари, татарника, ромашки, василька, верблюжьей колючки. Низкое содержание протеина у сусака, клубнекамыша, рдеста, костра. Важным компонентом растений являются биологически активные вещества. Одним из таких веществ является витамин С – аскорбиновая кислота. Содержание ее в изучаемых растениях находятся в широком интервале 13,0-53,0 мг%, среднее – 31,17 мг%. Здесь также растения-гигрофиты накапливают меньше аскорбиновой кислоты в 2-3 раза меньше, чем растения суши. Высокое содержание аскорбиновой кислоты у следующих видов: костер, верблюжья колючка, татарника, ромашки, мари. Обеднены витамином – гигрофиты.

Результаты проведенных исследований показали, что содержание ряда ТМ в макрофитах каналов достигают высокого уровня и варьирует в широких пределах как в зависимости от видовой принадлежности растений, так и среди растений одного вида, произрастающих в разных участках канала. Среднее содержание биофильных ТМ, необходимых для развития растений, находятся в концентрациях, отвечающих уровням содержания 1 группы элементов незаменимых для растений. Цинк находится в пределах 10,34-47,72 мг/кг, в среднем 16,42 мг/кг, у гигрофитов 13,45-16,92 мг/кг. Максимум у дурнишника и мари, низкое содержание у костра, верблюжьей колючки и клубнекамыша. Медь находится в пределах 2,53-11,49 мг/кг, в среднем 5,71 мг/кг, у гигрофитов 4,69-5,32 мг/кг. Максимум у дурнишника, татарника, василька, ромашки, низкое содержание у костра, верблюжьей колючки и щавеля.

Тяжелые металлы в растениях, растущих вдоль канала или в русле канала, образуют следующие концентрационный ряд: Zn>Cu>Pb>Cd>Co. Ряды поглощения ТМ сильно различаются не только по видовым различиям, но и по семействам. Принадлежность отдельных видов растений к растительным семействам представлены средними значениями и диапазоном концентраций ТМ. Почти все ряды начинаются растениями мезофитами – Гречишные, Астровые, Бобовые, Маревые, в конце рядов стоят растения гигрофиты – Осоковые, Рдестовые, Рогозовые. Это можно объяснить как корневой системой растений, так и питательной средой. Растения, произрастающие на почве, получают больше химических элементов, чем водные растения, кроме того, у них более мощная корневая система, которая может иметь длину до 1-1,5 м.

Выводы

1. Количественное соотношение тяжелых металлов, свойственное почвообразующим почвам, сохраняется и в растениях, что указывает на тесную взаимосвязь между ними. Содержание ТМ в растениях подвержено значительным колебаниям, обусловленным их биологическими особенностями, почвенными и погодными условиями. Абсолютное накопление их в растениях значительно сокращается в засушливые годы. Сопряженное изучение микроэлементного состава основных компонентов сухостепных ландшафтов (почвообразующих пород, почв, растительности, поверхностных и грунтовых вод) послужило основой для биогеохимического районирования территории республики.

2. Изучены особенности элементного состава и органических веществ в растениях Черноземельского оросительного канала вблизи поселков. Было изучено 12 растений, относящихся к 9 семействам. Все изученные виды растений были разделены на следующие экологические группы: гигрофиты и мезофиты, при этом мезофитная группа – это растения у берега канала, т.е. они не испытывают дефицита воды, как растения пастбищ.

3. Определены особенности элементного состава растительности канала. Высокое накопление NH_4-иона: щавель, татарник, минимум – у костра, василька, клубнекамыша. Высоким содержанием NO_3-ионы отличаются: водные растения – рогоз, рдест, сусак; из растений суши у татарника уровень NO_3 выше среднего в 3,7 раза, минимум отмечен для растений суши – василек, костер. Максимальное содержание калия – у дурнишника, мари белой, у водных максимум отмечен для сусака зонтичного; минимальное – у костра кровельного, верблюжьей колючки и рдеста. Максимум Na у верблюжьей колючки и дурнишника, минимальное содержание у водных растений сусака и рдеста.

4. Определены уровни содержания тяжелых металлов в растениях. Pb максимум у мари, татарника и щавеля, низкое содержание у костра, верблюжьей колючки и рдеста. Максимум Cd у рогоза, татарника и ромашки, низкое содержание у костра, верблюжьей колючки и щавеля. Максимум Zn у дурнишника и мари, низкое содержание у костра, верблюжьей колючки и клубнекамыша. Максимум Cu у дурнишника, татарника, василька, ромашки, низкое содержание у костра, верблюжьей колючки и щавеля. Максимум Co у татарника и щавеля, низкое содержание у костра, верблюжьей колючки и клубнекамыша. Растения образуют следующие концентрационный ряд: Zn>Cu>Pb>Cd>Co.

5. Мезофиты выделяется среди других экологических групп по накоплению тяжелых металлов – содержание металлов в 2-3 раза выше, чем у гигрофитов. Особенно высокие уровни накопления у Zn, Cu отмечены у погруженных гидрофитов. Почти все ряды накопления ТМ начинаются растениями мезофитами: Гречишные, Астровые, Бобовые, Маревые, в конце рядов стоят растения гигрофиты – Осоковые, Рдестовые, Рогозовые. Это можно объяснить как корневой системой растений, так и питательной средой.

6. Определены уровни накопления биологически активных веществ в растениях канала. Более обогащены протеином растения мезоксерофиты 11,0-24%, гигрофиты обеднены протеином 8,5-12,0%. Высокое содержание протеина у мари, татарника, ромашки, василька, верблюжьей колючки. Растения-гигрофиты накапливают меньше аскорбиновой кислоты в 2-3 раза меньше, чем растения суши. Высокое содержание аскорбиновой кислоты у следующих видов: костер, верблюжья колючка, татарника, ромашки, мари. Обеднены витамином – гигрофиты.

7. Анализ водорастворимых солей из почв показал, что почвы поселков слабозасолены. Типы засоления варьируют от хлоридно-натриевого (Cl) до хлоридно-сульфатно-натриевого (Cl-SO_4-Na). Значительно больше сумма токсичных солей на орошаемом участке 6,43-17,94 мэкв/100 г. Такое изменение происходит в результате вымывания солей при длительном контакте минерализованной воды с засоленной почвой.

8. Из тяжелых металлов определено содержание 6 металлов. По нашим исследованиям фоновые почвы содержат в среднем 12,43 мг меди, 15,73 мг цинка и 7,58 мг/кг свинца. На основании данных анализа кислотной вытяжки из почв определен концентрационный ряд: Zn>Cu>Pb>Co>Cd.

Список литературы

1. Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. ПДК химических веществ в окружающей среде. Л.: 1985. 528 с.
2. Илькуев В.И. Водопроводы Калмыкии: проблемы экономики, организации и управления. Элиста: АПП «Джангар», 2001. 216 с.
3. Камилов М.К., Камилова П.Д., Камилова З.М. Экологические проблемы в сельском хозяйстве как следствие интенсификации развития агропромышленного комплекса России // Региональные проблемы преобразования экономики. 2017. № 1. С. 11-20.
4. Кудрин Л.В., Тулакин А.В., Ехина Р.С., Егорова М.В., Куюкинов В.С. Материалы к гигиенической оценке водоснабжения Калмыцкой АССР // Гигиена и санитария. 1989. № 8. С. 35-39.
5. Сангаджиева Л.Х. Микроэлементы в почвах Калмыкии и биогеохимическое районирование ее территории. Монография. Элиста: АПП Джангр, 2004. 115 с.
6. Даваева Ц.Д., Сангаджиева Л.Х., Булуктаев А.А., Бадмаева З.Б. Биоиндикация и мониторинг состояния нефтезагрязненных территорий Прикаспийской низменности // Монография. Элиста: ЗАО ОПП «Джангр», 2014. 152 с.
7. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе «почва-растение». Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1991. 151 с.
8. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. М.: Академический проект; Гаудеамус, 2007. 237 с.
9. Сангаджиева Л.Х., Менглинова А.Б., Кикильдеев Л. Е., Сангаджиева О.С. Эколого-гигиеническая оценка факторов среды для аридных условий с разной антропотехногенной нагрузкой // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. № 2. С.78-83.
10. Бананова В.А., Лазарева В.Г., Сератирова В.В. Растительность – индикатор зональности ландшафтов Калмыкии // Естественные науки. Астрахань. 2011. № 3(42). С. 27-31.
11. Сохорова З.В., Сангаджиева Л.Х., Даваева Ц.Д., Балтабаева Ш. Эколого-гидрохимическая характеристика канала Чограйского водохранилища // Безопасность природопользования в условиях устойчивого развития: материалы III междунар. науч.-практ. конф. (Иркутск, 21-23 июнь 2023). Иркутск: Изд-во ИГУ, 2023. С. 111-115.
12. Подлопы С.А. Вода. Контроль химической, бактериологической и радиационной безопасности по международным стандартам. М.: Мир, 1992. 57 с.
13. Руководство по контролю качества питьевой воды / Пер. с англ., ВОЗ. М.: Медицина, 1987. 250 с.
14. Yessenomanova M.S., Davaeva Th.D., Sangadjieva L.Ch., Thzombueva B.V., Sangadjieva O.S., Yessenomanova Zh.S., Tlebegenova A.E. The content and distribution of trace elements in soils during the development of the fields in the Rebublic Kalmykia (Содержание и распределение микроэлементов в почвах используемых территорий в республике Калмыкия) // New of the national academy of the sciences of the republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2021. Vol. 1. No. 445. P. 14-21.
15. Mehrle P.M., Mayer F.L., Johnson W.W. Aquatic Toxicology and Hazard Evaluation / F.L. Mayer, J.L. Hamlink, eds). ASTM Philadelphia. 1973. P. 269-273.

УДК 631.416.9:633 (571.13)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1169-1174

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОИДОВ В ПОЧВАХ КУМО-МАНЫЧСКОЙ ВПАДИНЫ

DISTRIBUTION OF HEAVY METALS AND METALLOIDS IN THE SOILS OF THE KUMO-MANYCH DEPRESSION

Сангаджиева О.С., Сохорова З.В., Бочкаев С.Л., Даваева Ц.Д.,
Аржанова С.Э., Сангаджиева Л.Х., Джабруева Л.В.
Sangadzhieva O.S., Sokhorova Z.V., Bochkaev S.L., Davaeva Ts.D.,
Arzhanova S.E., Sangadzhieva L.Ch., Dzhabrueva L.V.

Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, Элиста, Россия
B.B. Gorodovikov Kalmyk State University, Elista, Russia

E-mail: chalga_ls@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты определения элементов необходимых для растений, животных, человека в почвах Кумо-Манычской впадины содержатся в оптимальных количествах (среднее содержание Mn, Zn, Cu – 100 n, Pb – 10 n, Co, As – n, Cd, Hg – 0,01 n мг/кг), при которых живые организмы функционируют нормально. Концентрации большинства токсичных элементов находятся на уровне средних содержаний в почвах мира, данных для незагрязненных почв Северо-Западного Прикаспия и не превышают ПДК (ОДК). Средняя концентрация Cd в исследованных почвах составила 0,089, Pb – 13,6, As – 5,0, Hg – 0,037 мг/кг, превышение фона по – Al, Ti, Cr, Cu, Zn, As. Уровень содержания химических элементов обусловлен исходным содержанием элементов в почвообразующих породах. Таким образом, для растений, произрастающих на почвах сухостепной зоны Кумо-Манычской впадины характерны средние содержание Mn, Zn, средний и высокий уровень бора. В сене возможен низкий уровень содержания Cu, Co, Zn.

Ключевые слова: микроэлементы, Кумо-Манычская впадина, светлокаштановые и бурые полупустынные почвы, биогеохимическое районирование.

Abstract. The article presents the results of determining the elements necessary for plants, animals, and humans in the soils of the Kumo-Manych depression are contained in optimal amounts (average content of Mn, Zn, Cu – 10^2 n, Pb – 10 n, Co, As – n, Cd, Hg – 0.01 n mg/kg), in which living organisms they are functioning normally. The concentrations of most toxic elements are at the level of the average contents in the soils of the world, given for uncontaminated soils of the Northwestern Caspian Sea and do not exceed the MPC (ODC). The average concentration of Cd in the studied soils was 0.089, Pb – 13.6, As – 5.0, Hg – 0.037 mg/kg, exceeding the background by Al, Ti, Cr, Cu, Zn, As. The level of chemical elements is determined by the initial content of elements in the soil-forming rocks. Thus, plants growing on the soils of the dry-steppe zone of the Kumo-Manych depression are characterized by average Mn, Zn, medium and high levels of boron. Low levels of Cu, Co, Zn content are possible in hay.

Key words: trace elements, Kumo-Manych depression, light-brown and brown semi-desert soils, biogeochemical zoning.

В.В. Добровольский [1] отмечает, что в связи с прогрессирующим ростом производства совершается небывалое в истории Земли искусственное рассеяние некоторых элементов, особенно тяжелых металлов. В связи с этим возникает необходимость биогеохимического мониторинга регионов на основе современных геоинформационных систем различного уровня, составной частью которых должна быть надежная база данных о содержании химических элементов в зональных почвах отдельных регионов. Информация о распространении элементов в почвах необходима для оценки их экологического состояния с помощью определенных критериев. Поиск и выбор таких критериев – одна из важнейших задач подобных исследований.

В почвах полупустынной зоны Северо-Западного Прикаспия довольно хорошо изучено распределение типоморфных элементов и некоторых эссенциальных (жизненно необходимых) микроэлементов – марганца, меди, цинка, кобальта, молибдена, бора, йода [2, 3, 4, 5]. В меньшей степени исследовано распространение редких элементов, биологическая роль которых еще не вполне ясна, – титана, хрома, ванадия, никеля, галлия, бария, циркония, стронция, бериллия, селена.

Для определения потребности почв в микроудобрениях необходимы карты биогеохимического районирования. Система биогеохимического районирования, разработанная

В.В. Ковальским [6] с позиций геохимической экологии, рассматривает в единстве геохимическую среду, физиологические и биохимические свойства организмов. Как указывает В.В. Ковальский, необходимым методом биогеохимического районирования служит биогеохимическое картирование, основанное на количественной характеристике звеньев биогеохимической пищевой цепи. Для осуществления такого районирования нужна информация о концентрации макро- и микроэлементов во всех компонентах ландшафта: в породах, почвах, водах, растительности. Учитывается также реакция живых организмов на местную геохимическую обстановку. Так как пищевая цепь начинается с почвы, то прежде всего необходимо располагать достоверной информацией об элементном химическом составе, имея в виду, что именно химический состав почв является показателем общей биогеохимической обстановки местности [7-10]. Поэтому изучение закономерностей распределения и поведения химических элементов в почвах приобретает особую актуальность.

Цель исследования: биогеохимическая и санитарно-гигиеническая оценка почв Кумо-Манычской впадины РК и произведенных на них кормовых и овощных культур.

Объект исследования. Репрезентативные участки расположены в агроэкологической зоне Республики Калмыкия: Кумо-Манычская впадина – сухая степь на светлокаштановых почвах Ики-Бурульского района [2, 4, 11]. Исследования проведены в 2022-23 гг. Кумо-Манычская впадина расположена на озерных отложениях, вытянута с запада на восток, рельеф ее пересеченный, болот сравнительно немного, и они мелкие. Почвы светло-каштановые на карбонатном среднем суглинке. На больших пространствах суглинки перекрыты супесями и почвы сформировались на двучленном наносе. Пахотный слой легкий по гранулометрическому составу, а ниже находится тяжелый горизонт, образующий в пахотном слое относительный водоупорный пласт. В сельскохозяйственном отношении район запущен, но в настоящее время принимаются меры к его восстановлению.

Методы анализа. Определение тяжелых металлов Mn, Ni, Cu, Zn, Co, Cr, Pb, Cd, Se, Hg, Ba будет проводиться методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии с пламенной атомизацией аргоном на «МГА-915». Для определения органических соединений использован метод хромато-масс-спектрометрии на приборе «Agilent». Некоторые соединения определены на инфракрасном спектрофотометре ИК-Фурье ФТ-08. Для определения растений использованы потенциометрический и фотометрический методы анализа по общепринятым методикам [12, 13]. Все методы обладают высокой производительностью, чувствительностью и точностью для широкого круга соединений. Точностью количественного определения содержания тяжелых металлов в почвенных и растительных образцах оценивают по относительной дисперсии по программе Statistica.

Результаты исследования. Особенности рельефа, почвообразующих пород, почвенного и растительного покрова, гидрологического и гидрохимического режима территории Кумо-Манычской впадины создают своеобразные геохимические условия, формирующие определенный химический состав главных компонентов степных и полупустынных ландшафтов. Оценка химического состояния загрязненных почв производится путем сравнения с «фоном» – содержанием элементов в почвах целинных участков заповедных территорий, Черные Земли (Западный и Восточный Маныч, Черные Земли), не испытывавших антропогенного воздействия.

Формирование микроэлементного состава почвообразующих пород региона – основного источника поступления микроэлементов в почвы – обусловлено их гранулометрическим и минералогическим составом, а также особенностями генезиса коренных пород Прикаспийской низменности. В процессе выветривания коренных пород количественный состав большинства микроэлементов – тяжелых металлов (ТМ) и металлоидов существенно изменяется.

Пределы содержания ТМ в почвах Ики-Бурульского района следующие: Ti 26,6-147,6; V 16,9-45,7; Cr 3,1-8,5; Mn 86-182,5; Co 2,15-8,11; Ni 2,3-7,65; Cu 59,2-213,7; Zn 0,68-11,04; As 6-12,60; Sr 9,6-31,4; Mo 0,02-0,12; Cd 0,003-0,025; Sn 0,03-0,09; Hg 0,002-0,05; Pb мг/кг. Отсутствуют Ba, Be, Li. По концентрационному диапозону:

n 10^3 – Al, Fe; n 10^2 – Mn, Zn, Cu; n 10 – Ti, V, Co, Pb; n – Co, Ni, Zn, Sr; 0,1 n Mo, Sn; 0,01 n – Cd. Концентрационный ряд: Al>Fe> Mn> Cu> Ti> Ni> Sr> V> Zn> Cr> Pb> As> Hg.

Коэффициент концентрирования рассчитан по отношению найденных значений к кларку в литосфере по А.П. Виноградову (Кк). Равный кларку – Co, превышение кларка – Cu, Zn, Cd, As, ниже кларка Al, Fe, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Mo, Pb, Hg. Для Cd – выше кларка в 2,5 раза, для Hg ниже кларка – в 10 раз, для Pb ниже кларка – в 3 раза *(таблица 1)*.

Сравнение с фоновым уровнем содержания ТМ (Кф) ниже фона все элементы, кроме Al, Ti, Cr, Cu, Zn, As. Превышение ПДК для As, Co, превышение фона – Al, Ti, Cr, Cu, Zn, As [4, 12].

Таблица 1

Распределение тяжелых металлов в почвах Ики-Бурульского района

Коэффициенты концентрирования – Кк

№	Al	Fe	Ti	V	Ga	Sr	Sn	сумма
1	0,05	0,10	0,24	0,09	0,22	0,17	0,03	0,90
	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Mo	сумма
2	0,01	0,09	1,04	0,36	1,11	1,46	0,02	4,99
	Cd	Hg	Pb	As				сумма
3	2,43	0,01	0,29	6,29				9,02

Коэффициенты фоновые – Кф

№	Al	Fe	Ti	V	Ga	Sr	Sn	сумма
1	2,28	0,85	7,21	0,17	0,26	0,24	0,06	11,07
	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Mo	сумма
2	1,10	0,24	0,86	0,49	1,45	1,65	0,86	6,68
	Cd	Hg	Pb	As				сумма
3	0,51	0,98	0,42	1,81				13,23

Сравнение суммарного фонового уровня по Кф (коэффициентам фоновым) и суммы Кк показало превышения по первой группе элементов в 10 раз, по второй группе – в 1,3 раза, по третьей группе элементов (токсичных) превышение Кф в 1,47 раза.

Влияние гранулометрического состава на микроэлементный состав почвообразующих пород региона четко проявляется при сопоставлении средних значений содержания микроэлементов в тяжелых суглинках и глинах, легких и средних суглинках, супесях и песках. Разница в количестве микроэлементов в суглинках и глинах весьма существенна для Cr, V, Ni, Cu, Zn, Sr, J и мало существенна для Mn, Co, Ti, Zr, Ga, Be, Ba, B, Mo, что обусловлено определенной приуроченностью микроэлементов к различным гранулометрическим фракциям [6, 12, 14].

Влияние минералогического состава пород на их микроэлементный состав определяется количеством кварца, глинистых и акцессорных минералов. Кварц, почти лишенный микроэлементов, выполняет в известной мере роль «регулятора» уровня последних (по выражению В.Б. Ильина [8]). А так как супеси и пески содержат в два раза больше кварца, чем суглинки и глины, они крайне бедны микроэлементами, кроме Zr.

Глинистые минералы, благодаря своей большой адсорбирующей способности, поглощают мигрирующие ионы микроэлементов и повышают уровень их концентрации в породах. Энергичными концентраторами многих микроэлементов являются акцессорные минералы (тяжелая фракция), которые содержат микроэлементов в несколько раз больше, чем глинистые частицы.

На фоне всеобщего рассеяния микроэлементов в почвообразующих породах хорошо выражено концентрирование биофильных элементов – B, J, Mo. Заметное накопление в породах биофильных микроэлементов связано с влиянием почвенных процессов на формирование их микроэлементного состава.

Почвообразующие породы региона содержат очень мало подвижных форм микроэлементов. В растворимое состояние переходит не более 23% Cu, 14% Co, 10% Mn и Mo, 1-6% B, Zn и J, что обусловлено концентрированием микроэлементов в минералах, устойчивых к выветриванию, а также карбонатностью, ограничивающей их подвижность.

В зональных почвах Кумо-Манычской впадины наблюдается отчетливая пространственная дифференциация в содержании и распределении большинства микроэлементов. В направлении с юго-запада на северо-восток в соответствии со сменой почвенных зон изменяется микроэлементный состав почв района за счет повышения в них уровня содержания Cr, V, Ni, Zn, B, J, Mo.

Концентрации микроэлементов и их подвижных соединений в пахотном горизонте всех подтипов темно- и светлокаштановых почв варьируют в больших пределах в зависимости от гумусированности, гранулометрического состава, емкости поглощения, величины pH.

Важнейшей особенностью пространственного распределения большинства микроэлементов в светлокаштановых почвах является его приближение к нормальному, что характерно для элементов, находящихся в состоянии рассеяния, и обусловлено концентрированием микроэлементов как в акцессорных, так и в глинистых минералах. Исключение составляют J и Sr, распределение которых не соответствует нормальному распределению в силу их высокой подвижности и способности к гидрогенной миграции в ландшафте.

Подвижные соединения микроэлементов содержатся в зональных почвах региона в малых количествах, вследствие чего практически все почвы имеют дефицит подвижных J, Mo, Zn. Концентрациям подвижной фракции микроэлементов в почвенном покрове региона присуща значительная вариабельность, достигающая 85%.

Формирование микроэлементного состава светлокаштановых почв протекает в условиях непромывного типа водного режима, в которых процессы выщелачивания микроэлементов ослабляются, а их биогенная аккумуляция вследствие более интенсивного гумусообразования и гумусонакопления под влиянием травянистой растительности усиливается. В результате почвообразования в гумусовом горизонте всех подтипов светлокаштановых почв региона относительно почвообразующих пород в различной степени накапливаются Mn, Cu, Ti, Zr, Ba, B, J, Mo; подвижные соединения Mn, Zn, Cu, Co, B, J, Mo, а также макроэлементы – S, P; выносится Sr и осаждается в карбонатных горизонтах.

Почвообразование в степной зоне региона протекает в условиях более сухого климата и в отсутствие сквозного промачивания, часто в щелочной среде, поэтому в светлокаштановых почвах, происходит более интенсивное накопление в гумусовом горизонте Ni, Zn, Co, Ti, Be, Mo, подвижных соединений B, Co и в карбонатных горизонтах – Sr. Достоверно установленная корреляционная зависимость различной силы между содержанием ряда макро- и микроэлементов свидетельствует о сопряженности изменения их концентраций в почвенном профиле светлокаштановых почв. N, P, J и ряд тяжелых металлов – элементов сильного биологического захвата – интенсивно аккумулируются в органическом веществе и прочно закрепляются в почвенном профиле.

При оценке степени загрязнения растительности тяжелыми металлами и другими микроэлементами содержание микроэлементов в изученных растениях можно использовать как «фоновое». В качестве главного критерия при выделении почвенно-геохимических округов и районов выбран уровень валового содержания макро- и микроэлементов в преобладающих на данной территории почвах в сравнении с их средним содержанием (кларком) по Виноградову, которое условно принимается за оптимальное (нормальное), с учетом обеспеченности почв подвижными соединениями макро- и микроэлементов [4, 9].

Манычский биогеохимический район. По содержанию МЭ в почвах этот район является одним из самых богатых в РК (2724 мг/кг). Выше фоновые концентрации МЭ в почвах района имеют место для Mo, Zn, Mn, V, Sr, а ниже фоновые – Cu, Co, Sn и Ba; с недостатком в почвах Cr, Mn, Mo, Sr, иногда V, J, подвижных форм Mo, Zn, J, иногда Co, с избытком валовых B, Zr; Кп высокий – 2,45.

Среднее содержание микроэлементов в сельскохозяйственных культурах и кормах в представлено в *таблице 2*. Результаты показывают, что изучение микроэлементного состава растений и кормов в данных биогеохимических районах отличается большим разнообразием. Дефицит Mn обнаружен в зерне пшеницы, сене, овощах, Zn – в сене костра, люцерне, сорго, плодовых, Cu – в плодовых, Ti – в пшенице, ячмене, V – в зерновых, сене, B – в сене костра, люцерне, зерновых. Избыточные концентрации Mn характерны для лугового сена, свеклы, Ni – для всех видов сена и соломы (кроме овса), As – для кукурузы, лугового сена, подсолнечника, сахарной свеклы.

Таблица 2

Среднее содержание микроэлементов в сельскохозяйственных культурах и кормах в Кумо-Манычском биогеохимическом районе, мг/кг сухого вещества

Названия овощей и кормов	Cu	Mn	Zn	Mo	B	Co	As
Пшеница, зерно	4,0	22,0	8,4	0,4	1,0	0,4	2,21
Пшеница, солома	2,0	14,0	3,7	0,2	2,0	0,6	3,80
Ячмень, зерно	14,0	8,0	10,5	0,7	0.3	0,1	2,10
Подсолнечник, семена	10,0	7,0	14,0	0,9	1,0	0,5	2,70

Названия овощей и кормов	Cu	Mn	Zn	Mo	B	Co	As
Кукуруза, зерно	14,0	4,0	10,0	0,9	1,6	0,5	3,58
Сено костров-разнотравное	4,0	27,0	8,0	1,2	2,3	0,8	1,89
Сено люцерны	2,0	100,0	8,0	0,8	0,5	1,3	1,45
Морковь, корнеплоды	13,1	27,0	1,2	0,6	4,2	0,7	2,30
Капуста, кочаны	28,0	14,0	2,3	1,9	1,5	0,5	1,76
Картофель, клубни	11,1	18.0	2,1	3,5	4,0	0,02	2,76
Свекла, корнеплоды	60,0	70,0	2,4	0,7	2,0	0,5	3,12
Лук, головки	70,0	15,0	1,4	2,1	0,3	0,02	0,98
МДУ сено, зерно	30,0	-	50,0	1,0-	20,0	5,00	0,50
МДУ корнеплоды	30,0	-	50,0	2,0-	20,0	5,00	0,50
Кларк в растениях суши (Bown)	14,0	110,00	51,00	5,0	110,0	2,1	3,1

Выводы

1. Установлено, что необходимые для растений, животных, человека элементы в почвах Кумо-Манычской впадины содержатся в оптимальных количествах (среднее содержание Mn, Zn, Cu – 10^2n, Pb – 10 n, Co, As – n, Cd, Hg – 0,01 n мг/кг), при которых живые организмы функционируют нормально. Концентрации большинства токсичных элементов находятся на уровне средних содержаний в почвах мира, данных для незагрязненных почв Северо-Западного Прикаспия и не превышают ПДК (ОДК). Средняя концентрация Cd в исследованных почвах составила 0,089, Pb – 13,6, As – 5,0, Hg – 0,037 мг/кг, превышение фона по – Al, Ti, Cr, Cu, Zn, As. Уровень содержания химических элементов обусловлен исходным содержанием элементов в почвообразующих породах.

2. Биогеохимической провинции ни по одному из элементов не выделено. Почвы обладают довольно высокой буферной способностью по отношению к тяжелым металлам. Содержание элементов в зерне кукурузы и озимой пшеницы – основных возделываемых в РК культурах – соответствует мировым данным для зерна.

3. Для растений, произрастающих на почвах сухостепной зоны Кумо-Манычской впадины характерны средние содержание Mn, Zn, средний и высокий уровень бора. В сене возможен низкий уровень содержания Cu, Co, Zn. Поступление бора в растения на почвах с очень высоким уровнем концентраций МЭ происходит более интенсивно, по сравнению с почвами с низким уровнем содержания элемента.

4. Количество нормируемых элементов (свинца, кадмия, ртути, мышьяка) отвечает отечественным нормам и требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности зерна». Однако при использовании выращенных на них кормах и овощах возможен дефицит кобальта у животных.

Список литературы

1. Добровольский В.В. Ландшафтно-геохимические критерии оценки загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами // Почвоведение. 1999. № 5. С. 639-64.

2. Бакинова Т.И., Воробьева Н.П., Зеленская Е.А. Почвы Республики Калмыкия. Элиста: Джангар, 1994. 231 с.

3. Водолазко А.Н., Иванцова Е.А., Рахманов Р.С. Загрязнение тяжелыми металлами почв и земель сельскохозяйственного назначения южных районов Волгоградской области // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика: Материалы II Всеросс. науч.-практ. конф. (16-17 ноября 2016, ВГУ). Волгоград, 2016. С. 135-141.

4. Сангаджиева Л.Х., Даваева Ц.Д., Цомбуева Б.В., Сангаджиева О.С. Тяжелые металлы в компонентах ландшафтов Калмыкии // Юг России: экология, развитие. 2010. № 1. С. 156-161.

5. Сангаджиева Л.Х., Даваева Ц.Д., Кикильдеев Л.Е., Цомбуева Б.В., Самтанова Д.Э., Сангаджиева О.С. Биогеохимическая миграция микроэлементов в аридных экосистемах Калмыкии // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. Т. 18. Вып. 3. 2013. С. 1007-1011.

6. Ковальский В.В. Ковальский В.В. Современные направления и задачи биогеохимии // Биологическая роль микроэлементов. М.: Наука, 1983. С. 3-17.

7. Арнаутовский И.Д., Гусеева С.А. Динамика содержания тяжелых металлов в основных типах почв, растительных кормах и продуктах животноводства по агроклиматическим зонам Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2008. С. 44-50.

8. Ильин В.Б. Биогенная и техногенная аккумуляция химических элементов в почве // Почвоведение. 1988. № 7. С. 110-121.

9. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 452 с.
10. Chow T.I. Lead accumulation in zoad side soil and grass // Nature. 2002. Vol. 225. No. 5229. P. 234-240.
11. Бананова В.А., Лазарева В.Г., Сератирова В.В. Растительность – индикатор зональности ландшафтов Калмыкии // Естественные науки. 2011. № 3 (42). С. 27-31.
12. Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. ПДК химических веществ в окружающей среде. Л., 1985. 528 с.
13. ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3.63-09 (М 03-07-2014). Количественный химический анализ почв. Методика измерений доли V, Cd, Co, Mn, Cu, As, Ni, Hg, Pb, Cr и Zn в пробах почв, грунтов, донных отложений, осадков сточных вод атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией с использованием атомно-абсорбционных спектрометров с модификацией МГА-915МД. М., 2014. 42 с.
14. Yessenomanova M.S., Sangadzhieva L.Ch., Davaeva Th.D., Thzombueva B.V., Sangadjieva O.S., Yessenomanova Zh.S., Tlebegenova A.E. The content and distribution of trace elements in soils during the development of the fields in the Rebublic Kalmykia // New of the national academy of the sciences of the republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2021. Vol. 1. No. 445. P. 14-21.

УДК 581.55+581.9
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1175-1181

ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДОВ В СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВАХ ЗАБАЙКАЛЬЯ НА ОСНОВЕ ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ ДАННЫХ

ASSESSMENT OF SPECIES SPATIAL DISTRIBUTION IN STEPPE COMMMUNITIES OF TRANSBAIKALIA ON THE BASE OF GEOBOTANICAL DATA

Санданов Д.В.[1], Королюк А.Ю.[2]
Sandanov D.V.[1], Korolyuk A.Yu.[2]

[1]Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, Россия
[2]Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия
[1]Institute of General and Experimental Biology of SB RAS, Ulan-Ude, Russia
[2]Central Siberian Botanical Garden of SB RAS, Novosibirsk, Russia

E-mail: [1]sdenis1178@mail.ru, [2]akorolyuk@rambler.ru

Аннотация. Подготовка и анализ данных высокого разрешения по распространению растений на сегодня является актуальной задачей экологии и биогеографии. В последние годы все больше используются данные с пробных площадей, фиксированных учетных площадок и геоботанических описаний. На основе 4500 геоботанических описаний, выполненных в период с 2005 по 2019 гг., подготовлен набор данных по распространению видов в степных сообществах Забайкалья. Исследования проводились в бассейнах рек Селенга и Уда, в Баргузинской котловине, а также в южных и юго-восточных районах Забайкальского края. Общий массив данных составляет 110765 точных географических координат для 1109 таксонов. Для всех видов рассчитаны показатели встречаемости, среднего проективного покрытия и активности. Виды с высокой встречаемости в большей степени представлены дерновинными злаками и осоками. Высокая встречаемость и активность некоторых дигрессионных видов свидетельствует о высокой пастбищной нагрузке на степи Забайкалья. Проанализировано распространение степных видов различной приуроченности, выявлены ареалы синтаксонов ксерофитной растительности. Географическое распределение синтаксонов ковыльных степей связано с границами ключевых изотерм. Подготовленные массивы данных позволяют проводить комплексный анализ различных аспектов динамики степной растительности.

Ключевые слова: распространение растений, степи Забайкалья, пространственные данные, геоботанические описания.

Abstract. Preparation and analysis of high quality data on species distribution become today the actual task of ecology and biogeography. Data from experimental and testing plots and from relevés are on the great interest during the last years. On the base of 4,500 relevés, performed from 2005 to 2019, the dataset on plant species distribution in steppe communities of Transbaikalia has been elaborated. Field studies took place in the basins of Selenga and Uda rivers, Barguzin depression, south and south-east regions of Zabaikalsky region. The dataset includes 110,765 geographic coordinates for 1,109 taxa. For all species we calculated occurrence, mean projective cover, and activity. Species with high occurrence mostly have been presented by bunch grasses and sedges. High occurrence and activity of some pasture digression species give evidence of grazing in steppes of Transbaikalia. Species distribution with different confinement and areas of steppe syntaxa has been analyzed. Geographic distribution of feather grass steppes has been connected with borders of key isotherms. Elaborated dataset allow implementing complex analysis of different aspect of steppe vegetation dynamic.

Key words: species distribution, steppes of Transbaikalia, spatial data, relevés.

Введение. Последнее десятилетие в мировой науке характеризуется заметной активизацией исследований по биоразнообразию, которые охватывают распространение, функциональную экологию видов, а также эволюционную историю всего живого на нашей планете [1]. Имеющиеся базы данных охватывают различные аспекты биологии и экологии, при этом в значительной степени они представлены сведениями по распространению видов [2]. В российской науке в последние годы такие исследования также активизировались [3, 4].

В 2009 году немецкие ботаники организовали международную научную экспедицию, нацеленную на сбор данных высокого качества для травянистых экосистем. В дальнейшем она преобразовалась в полевые практические семинары (Eurasian Dry Grassland Group Field Workshops) со стандартизированной методологией [5], которая в дальнейшем была доработана и дополнена [6]. Эти ежегодные семинары начали проходить ежегодно (иногда и два раза в год) в различных регионах и типах травянистых экосистем Палеарктики. В итоге весной 2017 года была

образована база данных со степных геоботанических площадок (GrassPlot database). Эта база, содержащая 225 наборов данных из 49 стран, включает 202579 площадок и 6664 серий вложенных площадок четырех разных масштабов. Позднее эта база данных была реорганизована в базу sPlot (www.idiv.de/splot), которая дополнилась данными других типов растительных сообществ. Записи в базе данных представляют геопривязанную информацию о наличии и проективном покрытии/обилии всех сосудистых растений в пределах определенной территории. База данных sPlot (версия 2.1) содержит записи с 1121244 геоботанических площадок, обследованных с 1885 по 2015 гг. и представляет 23586216 локалитетов для 58066 таксонов сосудистых растений, названия которых стандартизированы к общепринятой номенклатуре [7]. На основе этих данных подготовлена серия публикаций по различным аспектам разнообразия и экологии растительности, включая исследования по распространению видов.

В российской практике ранее для подготовки карт ареалов растений в основном использовались гербарные данные, в современных исследованиях все чаще практикуется анализ всего массива доступных данных, включая данные стационарных и маршрутных наблюдений, фотографии видов с геопривязкой, геоботанические описания. Информация из геоботанических описаний помимо данных по распространению видов также содержит ценные сведения об их экологии. Они позволяют очертить границы ареалов синтаксонов, оценить активность изучаемых видов, их распределение по экологическим градиентам. Современные массивы геоботанической информации подкреплены данными со спутниковых навигаторов, что позволяет понимать не только распределение фитоценозов в географическом пространстве, но и получить точную геопривязку о распространении видов, входящих в состав сообщества, в определенном контуре растительности [3]. Это позволяет применять данные в исследованиях по определению потенциальных ареалов отдельных видов [3, 8] и типов сообществ [9], включая прогнозирование их динамики при различных сценариях изменения климата. Например, использование алгоритмов моделирования дало возможность экстраполяции результатов по неполным данным, а также выявить для изучаемых степных растительных сообществ местообитания аналогичные по биоклиматическим показателям [9]. Также необходимо отметить важность геоботанических данных для целей моделирования экологических ареалов растений, т.к. их наличие позволяет с высокой степенью достоверности выявить как точки присутствия, так и точки отсутствия видов на определенной территории.

Для степных растительных сообществ Сибири и Урала имеются действующие фитоценотеки, которые также позволяют проводить широкомасштабный анализ [8, 10]. Количество точек распространения видов растений из геоботанических описаний составляет второй по значимости массив геопривязок в базе данных по распространению сосудистых растений Азиатской России [11, 12]. Данные полевых геоботанических исследований также фиксируют местонахождения редких, реликтовых и эндемичных видов растений, которые для территории Забайкалья также оформлены в виде отдельного набора данных [13]. В последние годы завершены многолетние исследования степной растительности Западного [14] и Восточного Забайкалья [15], что в итоге позволило разработать систему эколого-флористической классификации ксерофитной растительности региона.

Материалы и методы. Регион исследований охватывает среднегорные и равнинные ландшафты юга Республики Бурятия и Забайкальского края. Он располагается между 49°45′ и 54°20′ северной широты и между 104°30′ и 120° восточной долготы. Степные сообщества здесь встречаются в степных и лесостепных ландшафтах на высотах от 500 до 1200 (1300) м н.у.м. Как зональное явление степи распространены только на юге Забайкальского края, где они контактируют со степями Монголии. На остальной территории они занимают межгорные впадины, приозерные понижения и южные части склонов, северные участки заняты лесной растительностью. Леса окружают степные острова, изолируя их друг от друга.

Забайкалье значительно удалено и отгорожено горными сооружениями от Тихого и Атлантического океанов, вследствие чего их влияние на эту часть суши крайне ограниченно. Это определяет ярко выраженную континентальность климата. Кроме того, расположение в центре Азиатского материка на стыке границ Сибири, Монголии и Северо-Восточного Китая является причиной совмещения основных особенностей климата этих территорий. Климат Забайкалья резко-континентальный с отрицательными среднегодовыми температурами и резкими колебаниями годовых и дневных температур. Его характерной особенностью является относительно низкая влажность воздуха, особенно весной (35%, минимум – 10-15%) и в начале лета – в июне. С этим связано малое количество рос, резкое понижение температуры ночью,

большая прозрачность воздуха, преобладание прямой солнечной радиации (60-65% от общей суммы солнечной энергии), высокая продолжительность солнечного сияния. Последний фактор, а также совпадение периода наиболее высоких температур с наибольшим количеством осадков в июле и августе сокращает время, необходимое для развития растений и в какой-то мере компенсирует непродолжительный вегетационный период. Средняя температура января составляет -26°С в Забайкальском крае и -20°С в Республике Бурятия. Среднегодовая сумма осадков варьирует от 200 до 400 мм, на этом градиенте настоящие дерновиннозлаковые степи на каштановых почвах сменяются богаторазнотравными луговыми степями на черноземах. Потенциальная эвапотранспирация в степных ландшафтах в 2-3 раза превышает годовую сумму осадков. Горный характер рельефа создает пеструю мозаику резко отличающихся друга от друга мезо- и микроклиматов, что находит свое отражение в пестроте почв и растительности. Почвенный покров степей Забайкалья представлен маломощными сильно-хрящеватыми черноземами, темно-каштановыми и горно-степными смытыми почвами.

Для анализа было отобрано 4500 геоботанических описаний, выполненных в степях Забайкалья с 2005 по 2019 гг. Исследования в Бурятии проводились в бассейнах рек Селенга и Уда, а также в Баргузинской котловине. В Забайкальском крае в основном охвачены южные и юго-восточные районы, где представлены как зональные, так и горные степи *(рисунок 1)*. В выборку вошли только описания с точными географическими координатами. Общий массив данных составил 110765 географических координат для 1109 таксонов.

Результаты исследований и их обсуждение. Один из широко распространенных степных растений – змеевка растопыренная (*Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng) представлен в 1866 описаниях, его среднее проективное покрытие составляет 2,06% *(таблица 1)*. Этот вид является одним из ключевых диагностических видов класса ***Cleistogenetea squarrosae*** и может использоваться для мониторинга изменений в степных экосистемах, особенно на границе их экологического и географического ареалов. Точки распространения вида практически полностью совпадают с точками выполненных геоботанических описаний *(рисунок 1)*.

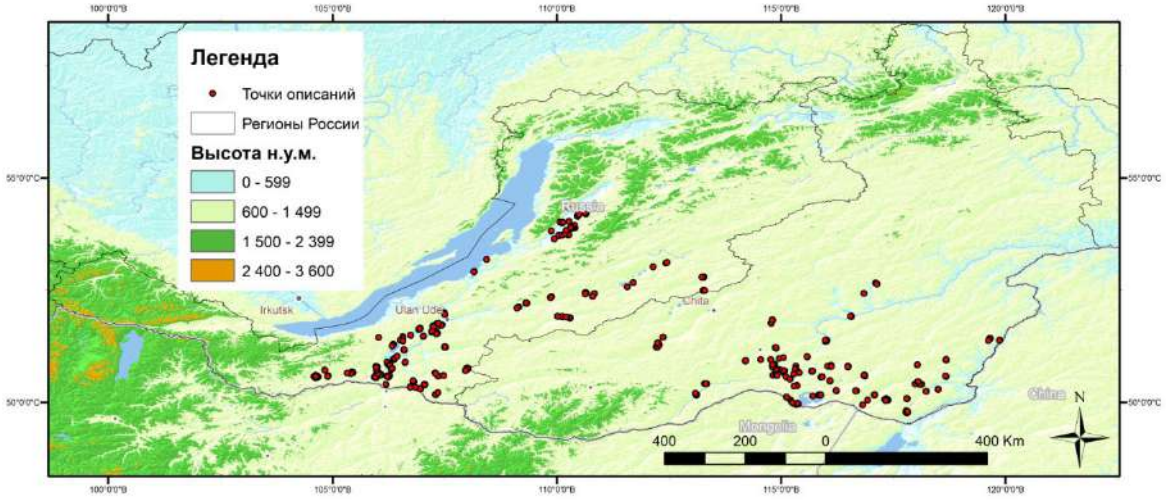


Рисунок 1. Местонахождения и районы геоботанических исследований в Забайкалье.

Таблица 1

Основные показатели 15-ти видов степей Забайкалья с наибольшей встречаемостью

Вид	Встречаемость, % (число описаний)	Среднее проективное покрытие, %	Активность
Koeleria cristata (L.) Pers.	45,290 (1899)	2,81	7,593
Cleistogenes squarrosa (Trin.) Keng	44,503 (1866)	2,06	6,383
Artemisia frigida Willd.	39,637 (1662)	4,08	8,006
Pulsatilla turczaninovii Krylov & Serg.	38,469 (1613)	1,99	5,426
Poa botryoides (Trin. ex Griseb.) Kom.	36,108 (1514)	2,23	5,387
Achnatherum sibiricum (L.) Keng ex Tzvelev	30,670 (1286)	2,28	4,627

Вид	Встречаемость, % (число описаний)	Среднее проективное покрытие, %	Активность
Bupleurum scorzonerifolium Willd.	29,812 (1250)	1,35	3,467
Agropyron cristatum (L.) Gaertn.	28,881 (1211)	2,20	4,286
Allium tenuissimum L.	28,190 (1182)	0,49	1,966
Potentilla acaulis L.	27,880 (1169)	6,32	7,007
Carex duriuscula C.A. Mey.	27,880 (1169)	2,93	4,771
Carex pediformis C.A. Mey.	27,856 (1168)	4,19	5,704
Scorzonera austriaca Willd.	27,164 (1139)	0,38	1,682
Allium bidentatum Fisch. ex Prokh.	26,783 (1124)	1,17	2,890
Aconogonon angustifolium (Pall.) H. Hara	26,210 (1099)	0,82	2,370

Примечание: число описаний, в которых встречается вид, также соответствует числу координат распространения вида в наборе данных.

Родственный вид – змеевка Китагавы (*Cleistogenes kitagawae* Honda) более редок. Этот вид в Бурятии в основном отмечен в долинах рек Селенга и Джида, также встречается во многих степных сообществах Забайкальского края *(рисунок 2)*, несмотря на то, что представлен лишь в 276 описаниях со средним проективным покрытием 1,4% (встречаемость 6,58%, активность 0,780).

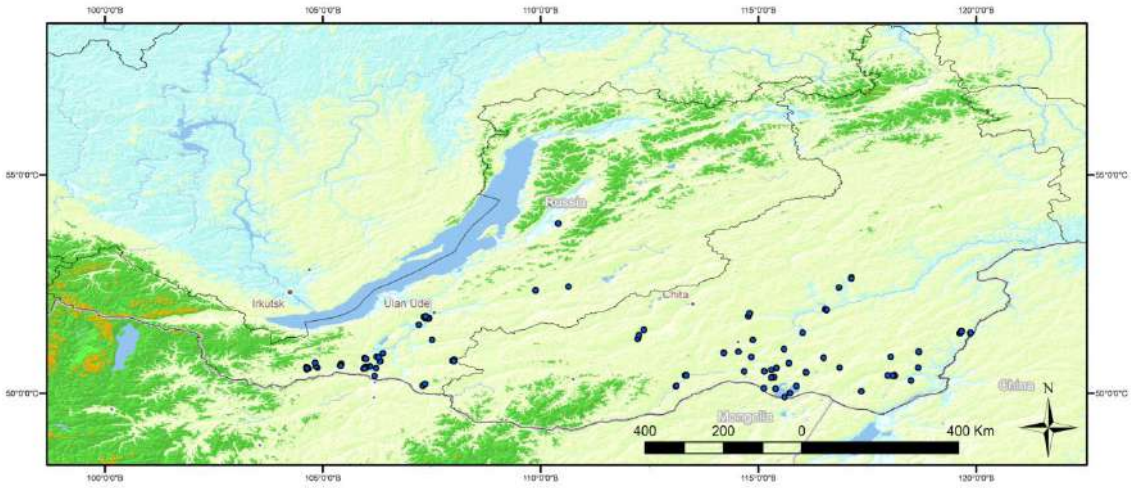


Рисунок 2. Распространение *Cleistogenes kitagawae* в степных сообществах Забайкалья.

Часто встречаемые виды в степных сообществах Забайкалья в большей степени представлены дерновинными злаками и осоками *(таблица 1)*. Наличие в этом списке растений, приспособленных к сильной пастбищной нагрузке (*Artemisia frigida, Potentilla acaulis, Carex duriuscula*) с высокими показателями активности свидетельствует о значительной трансформации степных экосистем региона. В десятку видов с наибольшей активностью помимо вышеуказанных видов также входят *Koeleria cristata, Cleistogenes squarrosa, Stipa krylovii* Roshev. (встречаемость 23,75%, активность 6,349), *Filifolium sibiricum* (L.) Kitam. (встречаемость 24,90%, активность 6,317), *Carex pediformis, Pulsatilla turczaninovii, Poa botryoides*. В целом активное ядро степной ценофлоры хорошо определено с экологической и фитоценотической позиций, в нем преобладают ксерофиты и мезоксерофиты, которые используются для диагноза синтаксонов высокого ранга

Не менее интересными являются особенности распространения доминантных и эдификаторных видов. В ксерофитной растительности Забайкалья таковыми часто являются виды рода *Stipa* L. Здесь наиболее часто встречается *Stipa krylovii* (отмечен в 996 описаниях со средним проективным покрытием 7,14%. Это ключевой вид настоящих степей восточносибирско-центральноазиатского сектора Палеарктики порядка ***Stipetalia krylovii***, союза ***Stipion krylovii*** и центральной ассоциации этого союз ***Cymbario dahuricae-Stipetum krylovii***, которая объединяет настоящие дерновиннозлаковые степи в бассейне р. Селенга и ее основных

притоков, а также в Баргузинской котловине [14]. Является доминантом и содоминантом во многих степных ассоциациях Забайкалья.

Stipa baicalensis Roshev. (луговостепной мезоксерофит) является диагностическим видом порядка ***Helictotrichetalia schelliani*** Hilbig 2000 и подсоюза луговых степей Забайкалья ***Stipenion baicalensis***, а также формирует ряд ассоциаций (***Veronico incanae-Stipetum baicalensis, Thalictro appendiculate-Stipetum baicalensis***). В качестве содоминанта часто встречается в составе ассоциаций ***Thalictro foetidi-Koelerietum cristatae, Bupleuro scorzonerifolii-Iridetum lacteae, Scutellario baicalensis-Vicietum popovii*** [14, 15]. Этот вид отмечен в 578 описаниях со средним проективным покрытием 5,43%, встречаемость 13,79%, активность 3,212.

Распространение *Stipa grandis* P.A. Smirn. в большей степени приурочено к более южным районам Забайкалья. Этот вид ценотически слабее выражен и является диагностическим для следующих ассоциаций: ***Potentillo semiglabrae-Stipetum grandis, Festuco lenensis–Caraganetum microphyllae*** [15]. Входит в списки 326 описаний со средним проективным покрытием 5,38%, встречаемость 7,78%, активность 1,804. Примечательно, что распространение вида в большей степени приурочено к изотерме – 2°C, тогда как *Stipa baicalensis* может встречаться севернее, в районах с более холодным климатом *(рисунок 3)*. Ареалы синтаксонов настоящих и луговых степей с участием разных видов ковылей также достаточно хорошо разграничены. Для некоторых ценозов наблюдается четкое разделение на степи Западного и Восточного Забайкалья по флористическому составу, что было отмечено в наших ранних публикациях [16, 17].

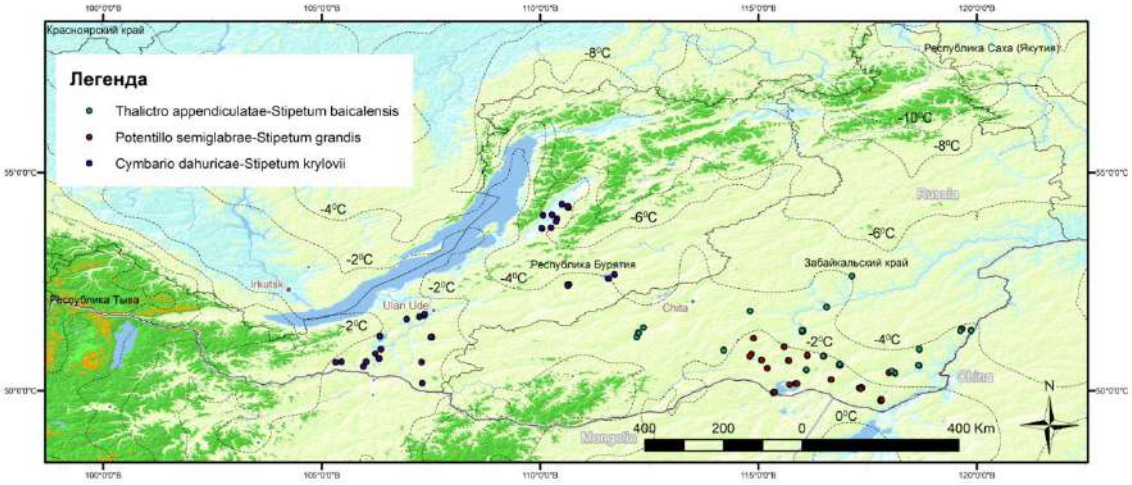


Рисунок 3. Ареалы некоторых синтаксонов степной растительности Забайкалья.

Распространение диагностических видов позволяет обозначить на изучаемой территории ареалы разных синтаксонов. Например, отметить эоловые ландшафты, занятые комплексами псаммофитной растительности *(рисунок 4)*.

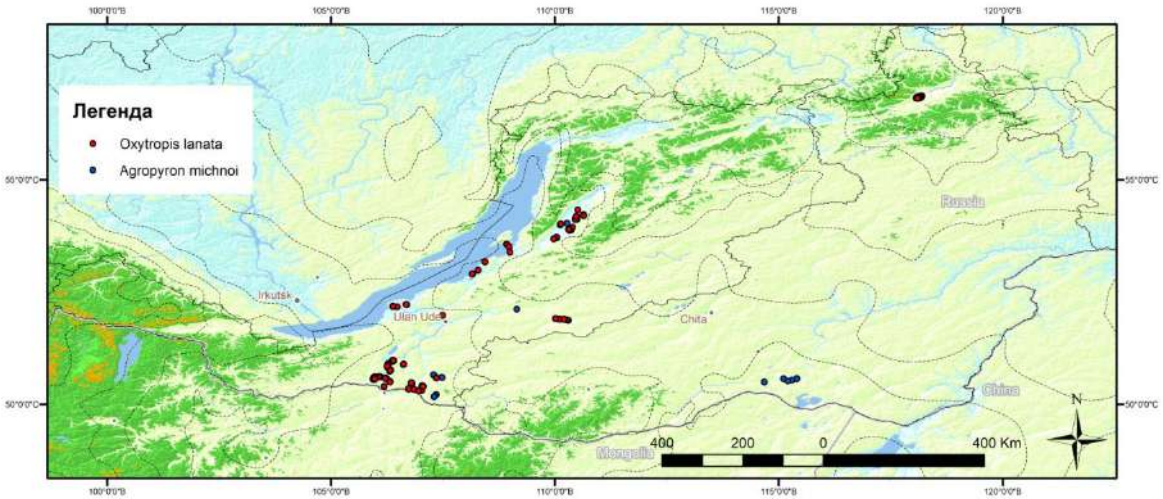


Рисунок 4. Распространение некоторых псаммофитных видов Забайкалья.

Распространение житняка Михно (*Agropyron michnoi* Roshev.) в большей степени приурочено к югу Забайкалья (долины рек Селенга и Онон, частично реки Уда) и незначительно в Баргузинской котловине. Другой псаммофитный вид – остролодочник шерстистый (*Oxytropis lanata* (Pall.) DC.) встречается более широко, отмечен также на побережье Байкала и в Чарских песках (*рисунок 4*).

Заключение. Использование больших массивов геоботанических данных позволяет выявить более точное, в сравнении с гербарными коллекциями, распространение видов, в том числе активных в ксерофитной растительности Забайкалья. Это позволяет подойти к решению многих задач: определение ареалов видов с оценкой экологических факторов, лимитирующих их распространение; выявление закономерностей распределения синтаксонов на основании анализа реального и потенциального распространения диагностических и активных растений. Комплексный анализ геоботанических описаний в совокупности с географической привязкой является перспективным не только для понимания современного состояния растительных сообществ, их пространственного распределения, взаимосвязей с факторами среды, но и способствует разработке прогнозов их распространения в будущем в связи с изменениями климата.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-24-00154, https://rscf.ru/project/24-24-00154/.

Список литературы

1. König C., Weigelt P., Schrader J., Taylor A., Kattge J., Kreft H. Biodiversity data integration – the significance of data resolution and domain // PLoS Biology. 2019. No 7 (3). e3000183. DOI https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000183.

2. Ball-Damerow J.E., Brenskelle L., Barve N., Soltis P.S., Sierwald P., Bieler R., LaFrance R., Ariño A. H., Guralnick R.P. Research applications of primary biodiversity databases in the digital age // PLoS ONE. 2019. No 14 (9). e0215794. DOI https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215794.

3. Санданов Д.В. Современные подходы к моделированию разнообразия и пространственному распределению видов растений: перспективы их применения в России // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 46. С. 82-114. DOI 10.17223/19988591/46/5.

4. Иванова Н.В., Шашков М.П. Возможности использования данных глобального портала о биоразнообразии GBIF в экологических исследованиях // Экология. 2021. № 1. С. 3-11. DOI 10.31857/S0367059721010066.

5. Dengler J., Boch S., Filibeck G., Chiarucci A., Dembicz I., Guarino R., Henneberg B., Janišová M., Marcenó C., Naqinezhad A. et al. Assessing plant diversity and composition in grasslands across spatial scales: the standardised EDGG sampling methodology // Bulletin of the Eurasian Dry Grassland Group. 2016. No 32. P. 13-30.

6. Dengler J., Biurrun I., Dembicz I. Standardised EDGG methodology for sampling grassland diversity: second amendment // Palaearctic Grasslands. 2021. No 49. P. 22-26. DOI 10.21570/EDGG.PG.49.22-26.

7. Bruelheide H., Dengler J., Jiménez-Alfaro B., Purschke O., Hennekens S.M., Chytrý M., Pillar V.D., Jansen F., Kattge J., Sandel B. et al. sPlot – A new tool for global vegetation analyses // Journal of Vegetation Science. 2019. Vol. 30. Issue 2. P. 161-186. DOI https://doi.org/10.1111/jvs.12710

8. Лебедева М.В., Ямалов С.М., Королюк А.Ю., Голованов Я.М., Золотарева Н.В., Драп М.Н. Фитоценотека травяной растительности Южного Урала как инструмент анализа и мониторинга биоразнообразия // Информационные технологии в исследовании биоразнообразия: Материалы III национальной науч. конф. с межд. участием, посвящ. 100-летию со дня рождения академика РАН П.Л. Горчаковского (5-10 октября 2020 г.). Екатеринбург: Гуманитарный университет, 2020. С. 349-352.

9. Санданов Д.В., Королюк А.Ю., Дулепова Н.А. Пространственное распределение и прогнозные ареалы степных фитоценозов Забайкалья в связи с климатическими факторами // Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии: Материалы III Всерос. конф. с междунар. участием (21-23 июня 2016 г.). Улан-Удэ, 2016. С. 247-250.

10. Korolyuk A.Yu., Zverev A.A. Database of Siberian Vegetation (DSV) // Biodiversity & Ecology. 2012. Vol. 4. P. 312. DOI 10.7809/b-e.00108

11. Санданов Д.В. Разработка базы данных по распространению сосудистых растений Азиатской России // Информационные технологии в исследовании биоразнообразия: Материалы III национальной науч. конф. с межд. участием, посвящ. 100-летию со дня рождения академика РАН П.Л. Горчаковского (5-10 октября 2020 г.). Екатеринбург: Гуманитарный университет, 2020. С. 470-472.

12. Санданов Д.В. Особенности работы с базами данных по распространению растений и опыт консолидации данных различного формата // Природа Внутренней Азии. Nature of Inner Asia. 2022. № 4 (19). С. 96-104.

13. Sandanov D.V., Brianskaia E.P., Dugarova A.S. Dataset for vascular plants in the Red Data Books of Transbaikalia: species distribution and pathways towards their conservation // Nature Conservation Research. 2022. Vol. 7. Suppl. 1. P. 14-23.

14. Королюк А.Ю. Синтаксономия степной растительности Республики Бурятия // Растительность России. 2017. № 31. С. 3-32.

15. Королюк А.Ю. Степные сообщества класса *Cleistogenetea squarrosae* Mirkin et al. ex Korotkov et al. 1991 в Восточном Забайкалье // Растительность России. 2019. № 35. С. 28-60.

16. Королюк А.Ю. Экологическая ординация степных сообществ Забайкалья // Ученые записки Забайкальского государственного университета. Серия: Биологические науки. 2013. № 1. С. 26-30.

17. Санданов Д.В., Дулепова Н.А., Гармаева Л.Л. *Fornicium uniflorum* (*Asteraceae*) в Забайкалье: распространение, экология, структура сообществ и популяций // Растительный мир Азиатской России. 2016. № 2(22). С. 25-31.

УДК 581.526.53
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1182-1186

ИНДИКАТОРЫ ЗОНАЛЬНОГО СТАТУСА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

INDICATORS OF ZONAL STATUS OF NORTH-WESTERN CASPIAN REGION

Сафронова И.Н.
Safronova I.N.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия
Komarov Botanical Institute, RAS, St. Petersburg, Russia

E-mail: irasafronova@yandex.ru

Аннотация. Согласно геоботаническому районированию Северо-Западный Прикаспий лежит в пределах степной и пустынной зон. В настоящее время растительный покров региона сильно изменен под влиянием деятельности человека. Обладает ли индикационными свойствами антропогенная растительность? Многолетние экспедиционные исследования позволяют нам сказать определенно – обладает. Зональные различия проявляются отчетливо: в степной зоне доминируют сообщества плотнодерновинных злаков, в пустынной зоне – сообщества полукустарничков. В растительном покрове степной зоны сообщества полукустарничков принимают большое участие, что затрудняет понимание зонального положения той или иной ее части. Однако, сообщества в пределах степной зоны формируются в разных ландшафтах, но в условиях одного – степного типа климата. Поэтому полукустарничковые сообщества в степной зоне – не пустынные, а степные, даже в тех случаях, когда они не отличаются по видовому составу от подобных пустынных сообществ, так как их жизненный цикл проходит в степном климате. Они являются галофитными и петрофитными экологическими вариантами степной растительности, т. е. индикаторами засоленных почв, разнообразных выходов пород и т. д. В пустынной зоне Северо-Западного Прикаспия господствуют полукустарничковые полынники, в то же время на песках и песчаных почвах сформировались антропогенные злаковые пустыни – мятликовые (*Poa bulbosa*), полевичковые (*Eragrostis minor*), местами с заметным участием ковылей. Ни типчаковых (*Festuca valesiaca*), ни пустынножитняковых (*Agropyron desertorum*) сообществ нет. Их отсутствие в пустынной зоне можно считать зональным индикационным признаком.

Ключевые слова: зона, степная, пустынная, растительность, индикаторы.

Abstract. According to geobotanical division, the North-Western Caspian Region lies within the steppe and desert zones. Currently, the vegetation cover of the region has been changed under the influence of human activity. Does anthropogenic vegetation have properties of the indicator? Long–term field research allows us to say definitely that it does. Zonal differences are clearly revealed: communities of firm-bunch grasses dominate in the steppe zone, and communities of dwarf semishrubs in the desert zone. Dwarf semishrub communities take a large part in the vegetation cover of the steppe zone, which makes it difficult to understand the zonal position of one or another part of it. However, communities within the steppe zone are formed in different landscapes, but in conditions of the same steppe type of climate. Therefore, dwarf semishrub communities in the steppe zone are not desert, but steppe, even in cases when they do not differ in species composition from desert ones, since their life cycle takes place in a steppe climate. They are halophytic and petrophytic ecological variants of steppe vegetation, i.e., indicators of saline soils, various rock outcrops, etc. Communities of Artemisia species of the subgenus Seriphidium dominate in the desert zone of the North-Western Caspian Region. At the same time anthropogenic gramineous deserts (Poa bulbosa, Eragrostis minor) have formed on sands and sandy soils, in places with a noticeable participation of feather-grasses. But there are neither Festuca valesiaca communities nor Agropyron desertorum communities. Their absence in the desert zone can be considered a zonal indication.

Key words: zone, steppe, desert, vegetation, indicators.

Введение. Растительный покров, как известно, является хорошим индикатором природных условий. О связи растительного покрова с климатом, почвами, геологическими породами и т.д. имеется большая литература. Существует целое направление − индикационная геоботаника.

В настоящее время растительный покров в степной и пустынной зонах сильно изменен под влиянием деятельности человека. Обладает ли индикационными свойствами антропогенная растительность? Многолетние маршрутные экспедиционные исследования, во время которых записывались изменения в растительном покрове на каждом километре и производились

стандартные геоботанические описания наиболее характерных и редких сообществ, позволяют нам сказать определенно – обладает.

Какие индикаторные свойства современной растительности отражают зональный статус территории? Природная зона − пространство с разнообразными условиями, и по одной точке этого пространства понять его зональное положение трудно. Но уже для такого региона, как Северо-Западный Прикаспий, который с севера на юг протянулся почти на 700 км, а с запада на восток – от 120 до 300 км и включает равнины от возвышенности Ергени (45º в.д.) на западе до границы с Казахстаном (47º в.д.) на востоке в Заволжье, на севере ограничен Общим сыртом (51º с.ш.), на юге − р. Кумой (45º с.ш.), можно попытаться это сделать.

Бóльшая часть Прикаспийской низменности лежит ниже уровня мирового океана. Абсолютные отметки постепенно понижаются от 50-20 м над ур. моря на севере до −28 м ниже ур. моря на побережье Каспийского моря. Рельеф довольно плоский, слабо расчлененный, с разнообразными мезо- и микроформами: блюдцевидными понижениями, солеными озерами (сорами), суффозионными западинами, песчаными буграми и грядами, барханами, ильменями, лиманами и др. Речная и овражно-балочная сеть развита слабо. Только в Заволжье есть выходы пород на соляных куполах: на горе Улаган у оз. Эльтон и на горе Большое Богдо у оз. Баскунчак (самой высокой точке Северо-Западного Прикаспия − 149,6 м над ур. моря).

Обсуждение. Согласно геоботаническому районированию Прикаспийская низменность на юго-востоке Европейской России лежит в пределах двух степных подзон Евразиатской степной зоны и одной пустынной подзоны Прикаспийско-Туранской пустынной зоны [1, 2]. Неширокая полоса степного Северо-Западного Прикаспия относится к средней подзоне, бóльшая часть – к южной подзоне. В Северо-Западном Прикаспии выделяется только северная подзона пустынной зоны.

Почвенный покров представлен соответственно каштановыми степными, светло-каштановыми степными и бурыми пустынными почвами. Широко распространены почвы легкого гранулометрического состава, разной степени засоления. Большие площади заняты песчаными массивами. Есть сильно засоленные почвы – солонцы и солончаки.

Остановимся на разграничении степной и пустынной зон. Как известно, на плакорах Евразиатской степной зоны формируются ковыльные сообщества, на плакорах Прикаспийско-Туранской пустынной зоны – сообщества полукустарничковых полыней.

Во время полевых исследований мы неоднократно, в разные годы, пересекали границу между степной и пустынной зонами в Прикаспии. По нашим данным она проходит по 46º с.ш. от Каспийского моря по р. Куме до возвышенности Ергени, затем вдоль его восточного макросклона поднимается до 47º с.ш. и идет в северо-восточном направлении до 48º с.ш. на р. Волге, примерно по этому градусу продолжается на восток. Эта граница хорошо выявилась на карте современного растительного покрова Калмыкии [3] *(рисунок 1)*.

В каждом контуре растительный покров нарушен, и, несмотря на это, его индикаторная роль сохранилась. Зональные различия проявились отчетливо: в степной зоне доминируют сообщества плотнодерновинных злаков, в пустынной зоне – сообщества полукустарничков.

Растительный покров степной зоны Северо-Западного Прикаспия комплексный из-за широкого распространения засоленных почв. Комплексы состоят из сообществ плотнодерновинных злаков и сообществ полукустарничков. Несмотря на испорченность растительного покрова, сообщества плотнодерновинных злаков *доминируют (рисунок 1, легенда I, II, III и IV).* Местами в комплексах преобладают сообщества галофильных полукустарничков *(рисунок 1, легенда V).* На представленном выше фрагменте карты в степной зоне комплексные тырсиковые и комплексные ковылково-тырсиковые степи занимают 39,5% площади *(рисунок 2)*, комплексные типчаковые и пустынножитняковые галофитные степи – 45%, комплексные злаково-полынные галофитные степи – 15,5%.

В растительном покрове степной зоны большое участие принимают сообщества полукустарничков (*Artemisia lerchiana*, *A. austriaca, A. pauciflora, A. taurica, Kochia prostrata*, *Tanacetum achilleifolium*), что затрудняет понимание зонального положения той или иной ее части. Существует точка зрения, что полукустарничковые сообщества в степной зоне надо относить к пустыням. Да, они занимают большие пространства, но приурочены к засоленным почвам или формируются на залежах и пастбищах, т. е. их наличие не значит, что на данную территорию распространились пустыни. Полукустарничковые сообщества в степной зоне представляют собой один из экологических вариантов степей, на залежах – антропогенный вариант, существование которого зависит от системы землепользования, а не от природных факторов.

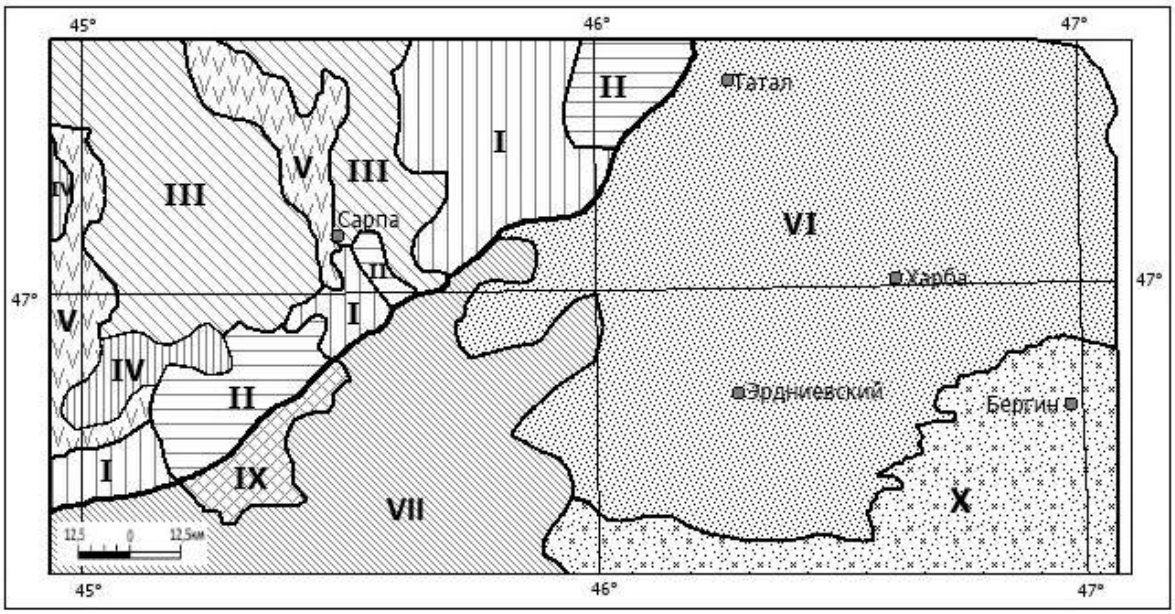


Рисунок 1. Фрагмент карты современного растительного покрова Калмыкии [3].

Легенда. ***Степная зона***: I – Комплексные лерхополынно-тырсиковые (*Stipa sareptana*, *Artemisia lerchiana*[1]) степи. II – Комплексные полукустарничково-злаково-ковыльные (*Stipa sareptana*, *S. lessingiana, Festuca valesiaca*, *Agropyron desertorum*, *Poa bulbosa*, *Artemisia lerchiana*, *Tanacetum achilleifolium*) степи. III – Комплексные лерхополынно-злаковые (*Festuca valesiaca, Agropyron desertorum, Stipa sareptana*, *Leymus ramosus*, *Artemisia lerchiana*) степи. IV – Комплексные полукустарничково-злаковые (*Poa bulbosa*, *Agropyron desertorum, Stipa sareptana*, *Leymus ramosus*, *Artemisia lerchiana, A. taurica, Tanacetum achilleifolium*) степи. V – Комплексные злаково-полынные (*Artemisia lerchiana*, *A. austriaca*, *Festuca valesiaca, Agropyron desertorum*, *Leymus ramosus*) и полынно-злаковые (*Festuca valesiaca*, *Poa bulbosa*, *Artemisia austriaca*) степи.

Пустынная зона: VI – Мятликово-лерхополынные (*Artemisia lerchiana*, *Poa bulbosa*) и лерхополынно-мятликовые пустыни. VII – Мятликово-лерхополынные (*Artemisia lerchiana*, *Poa bulbosa*) и лерхополынно-мятликовые пустыни в комплексе с чернополынными и мятликово-чернополынными (*Artemisia pauciflora*, *Poa bulbosa*). IX – Комплексы лерхополынно-мятликовых (*Poa bulbosa, Artemisia lerchiana*) и таврическополынно-мятликовых (*Poa bulbosa, Artemisia taurica*) пустынь. X − Мятликово-лерхополынные (*Artemisia lerchiana, Poa bulbosa*) и джузгуновые (*Calligonum aphyllum*) пустыни на песках.

Сообщества в пределах степной зоны формируются в разных ландшафтах, но в условиях одного степного типа климата. Таким образом, растительный покров зоны представляет собой спектр экологических (эдафических) вариантов степного типа растительности, которые сформированы сообществами, образованными растениями разных жизненных форм, в том числе и полукустарничками. Полукустарничковые сообщества в степной зоне – не пустынные, а степные, даже в тех случаях, когда они не отличаются по видовому составу от подобных пустынных (например, монодоминантные лерхополынники или чернополынники), так как ритм их развития, их жизненный цикл проходит в степном климате. Они являются галофитными и петрофитными экологическими вариантами степной растительности. т. е. − индикаторами засоленных почв, разнообразных выходов пород и т. д.

В пустынной зоне Северо-Западного Прикаспия (*на рисунке 1* отображена только 1/3 зоны) господствуют полукустарничковые полынники, занимая 63,5% ее площади [5]. Они состоят, в основном, из лерхополынников (*Artemisia lerchiana*); на солонцах – также из чернополынников (*Artemisia pauciflora*) и таврическополынников (*Artemisia taurica*). В сообществах почти всегда обилен мятлик (*Poa bulbosa*), причем часто, из-за выпаса, его проективное покрытие выше проективного покрытия полыни *(рисунок 3)*. 36,5% площади пустынной зоны занято мятликовыми (*Poa bulbosa*), однолетниковыми (*Sisymbrium altissimum, Filago arvensis, Salsola tragus, Ceratocarpus arenarius, Alyssum desertorum*), однолетнезлаковыми (*Eragrostis minor, Bromus tectorum*), спороболюсовыми (*Sporobolus cryptandrus*) сообществами.

[1] Названия растений приводятся по С.К. Черепанову [4]



Рисунок 2. Лерхополынно-мятликово-тырсиковая (*Stipa sareptana, Poa bulbosa, Artemisia lerchiana*) степь в Северо-Западном Прикаспии. Фото 30.05.2022 г.

Наибольшие площади на всем пространстве занимают мятликовые антропогенные пустыни. Местами ковыли (*Stipa sareptana, S. lessingiana*) и реже житняк (*Agropyron fragile*) участвуют в их составе (ковыльно-житняково-однолетниковые, тырсиково-мятликовые, ковылково-мятликовые, житняково-мятликовые с обилием рогоплодника *Ceratocarpus arenarius*), причем ковыли и житняк аспектируют, и пустынная зона имеет степной вид.

Как полукустарничковые сообщества в степной зоне − не пустыни, так и злаковые сообщества в пустынной зоне не являются степными. И те, и другие – индикаторы определенных экологических условий или влияния деятельности человека,

В пустынном Северо-Западном Прикаспии на песках и песчаных почвах сформировались антропогенные злаковые пустыни. Одним из самых распространенных и обильных злаков является мятлик (*Poa bulbosa*). Общее проективное покрытие в таких мятликовых пустынях часто достигает 100%. Обилен мятлик в составе антропогенных злаковых сообществ и в степной зоне, но вместе с другими плотнодерновинными злаками, не образуя монодоминантных сообществ.



Рисунок 3. Мятликово-лерхополынный (*Artemisia lerchiana, Poa bulbosa*) и лерхополынно-мятликовый покров в пустынной зоне Северо-Западного Прикаспия. Фото 24.06.2021 г.

В пустынной зоне вместе с мятликом местами обильны степные ковыли − тырсик (*Stipa sareptana*) и ковылок (*S. lessingiana*), причем они создают аспект, благодаря которому большие пространства внутри пустынной зоны имеют степной вид. Только чисто внешне – по ковыльному

аспекту они ассоциируются со степью. Оба вида ковылей, в основном, степные, но их экологическая амплитуда позволяет заходить в пустынную зону по типам местообитаний с дополнительной влагой. Такими местообитаниям в Северо-Западном Прикаспии являются пески. В настоящее время, ковыли аспектируют на песках на территории заповедника «Черные Земли», т.е. там, где снизилось антропогенное влияние в виде перевыпаса и распашек. Они закрепили голые пески, теперь идет восстановление полынников через злаковую стадию. Почему эти тырсиково-мятликовые и ковылково-мятликовые сообщества не степные? По пространственной структуре и видовому составу сообществ. Часто ковыли распределены пятнами, группами. В составе степных ковыльников обычно участие других степных плотнодерновинных злаков, как типчак (*Festuca valesiaca*), пустынный житняк (*Agropyron desertorum*), тонконог (*Koeleria cristata*). Здесь эти злаки отсутствуют, но обильны сорняки, тоже распределенные пятнами (*Ceratocarpus arenarius, Filago arvensis, Lagoseris sancta, Salsola tragus, Sisymbrium altissimum* и др.). Отсутствие типчаковых (*Festuca valesiaca*) и пустынножитняковых (*Agropyron desertorum*) сообществ в пустынной зоне можно считать зональным индикационным признаком (хотя единично и типчак и пустынный житняк могут в ней встретиться). Эти сообщества очень характерны как для засоленных почв, так и для залежей в степной зоне Северо-Западного Прикаспия.

В видовом составе сообществ в южной подзоне степной зоны очень характерна *Artemisia austriaca*. В настоящее время она не часто встречается по нарушениям и в пустынной зоне. Подчеркнем, что хорошим зональным индикатором – показателем степной зоны являются австрийскополынно-типчаковые (*Festuca valesiaca, Artemisia austriaca*) сообщества, участвующие в степных галофитных полынных комплексах.

Лерхополынники на залежах в степной зоне отличаются от лерхополынников пустынной зоны участием в их составе плотнодерновинных злаков (*Poa bulbosa*, *Festuca valesiaca, Koeleria cristata, Agropyron desertorum, A. cristatum*).

В качестве индикаторов зонального статуса территории можно использовать также галофитные сообщества, несмотря на их сходные условия обитания в степной и в пустынной зонах. Так, например, сообщества с участием древовидной солянки (*Salsola dendroides*) распространены только в пустынной зоне. Сантоникополынники и чернополынники характерны и для той и для другой зоны, но, если в их составе принимают участие плотнодерновинные злаки (*Festuca valesiaca, Agropyron desertorum*), то зона степная [6].

В заключение подчеркнем, что для рационального природопользования территории, для проведения различных природоохранных мероприятий необходимо понимание ее зонального положения. Именно поэтому важно знать индикационные свойства современного растительного покрова и использовать их для решения многих экологических проблем.

Благодарности. *Огромная благодарность всем моим спутникам по экспедициям за рабочую дружескую атмосферу и за научные дискуссии. Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану БИН РАН по теме лаборатории Общей геоботаники АААА-А19-119030690058-2.*

Список литературы

1. Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий: Карта для высших учебных заведений. М. 1 : 8 000 000 / Под ред. Г. Н. Огуреевой. М.: ТОО «Экор». 1999. 2 л.

2. Сафронова И.Н., Юрковская Т.К. Зональные закономерности растительного покрова равнин Европейской России и их отображение на карте // Ботанический журнал. 2015. Т. 100. № 11. С. 1121-1141.

3. Сафронова И.Н., Каримова Т.Ю., Степанова Н.Ю. Современный растительный покров Северо-Западного Прикаспия и его картографическое отображение // География и природные ресурсы. 2023. № 5. С. 45-51.

4. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств СПб.: Мир и Семья, 1995. 992 с.

5. Сафронова И.Н., Степанова Н.Ю., Каримова Т.Ю., Калмыкова О.Г., Уланова С.С., Федорова Н.Л., Горяев И.А., Полуэктов С.А., Поляков Д.Г. Карта современной растительности на территорию распространения популяции сайгака (*Saiga tatarica tatarica* L., 1766) в Северо-Западном Прикаспии // Аридные экосистемы. 2023. Т. 29. № 3 (96). С. 46-56.

6. Горяев И.А. Галофитные полынники на Прикаспийской низменности (в пределах Калмыкии) // Ботанический журнал. 2019. Т. 104. № 1. С. 93-107.

УДК 910
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1187-1192

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТУРИЗМ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОЙ СФЕРЫ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

INDUSTRIAL TOURISM AS A PROMISING DIRECTION FOR THE DEVELOPMENT OF THE TOURIST AND RECREATIONAL INDUSTRY IN THE ORENBURG REGION

Святоха Н.Ю.[1], Филимонова И.Ю.[2]
Svyatokha N.Yu.[1], Filimonova I.Yu.[2]

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, Россия
Orenburg State University, Orenburg, Russia

E-mail: [1]osugeo@yandex.ru, [2]filimo-irina@yandex.ru

Аннотация. Промышленный туризм развит в ряде зарубежных стран; там популярны не только экскурсии на действующие, но и на закрытые, нефункционирующие предприятия. В России промышленный туризм только начинает свое развитие, тем не менее, термин закреплён законодательно. Промышленный туризмне требует обязательной аттестации экскурсоводов, служит эффективным инструментом профессиональной ориентации и рекламы, за которую платят сами посетители. Оренбургская область – староосвоенный степной регион, обладающий значительным потенциалом для развития промышленного туризма. Основные объекты, открытые для туризма и планируемые к открытию – добывающие и перерабатывающие предприятия тяжелой промышленности (газовой, строительной сферы, металлургии), одно предприятие пищевой промышленности, два связанных с традиционным пуховязальным промыслом предприятия. Основная часть открытых объектов промышленного туризма сосредоточена в городах: областном центре и на востоке региона, в западной части области доступные туристам объекты отсутствуют. Целевая аудитория промышленного туризма – учащиеся средних, профессиональных и высших образовательных организаций, что совпадает с указаниями стратегии развития туризма в РФ.

Развитие промышленного туризма в регионе позволит решить ряд кадровых проблем, будет способствовать инвестиционной привлекательности территории и продвижению промышленной продукцииместных производителей.

Ключевые слова: промышленный туризм, промышленные музеи, Оренбургская область.

Abstract. Industrial tourism is well-developed in several foreign countries, where guided tours to operational as well as closed, non-operational facilities are popular. In Russia, industrial tourism is in its early stages of development; nevertheless, the term is legislatively established. Industrial tourism does not require mandatory certification for tour guides and serves as an effective tool for professional orientation and advertising, for which visitors themselves contribute. The Orenburg region, characterized as an historically developed steppe region, possesses significant potential for the growth of industrial tourism. The main and planned objects open to tourism include extractive and processing enterprises in heavy industry (gas, construction, metallurgy), one food industry enterprise, and two establishments related to traditional downy knitting craftsmanship. The majority of accessible industrial tourism sites are concentrated in cities: the regional center and the eastern part of the region, while no tourist-accessible sites are present in the western part of the region. The target audience for industrial tourism includes students from secondary, vocational, and higher educational institutions, aligning with the guidelines outlined in the tourism development strategy in the Russian Federation.

The development of industrial tourism in the region will address several personnel issues, enhance the investment attractiveness of the territory, and promote the industrial products of local manufacturers.

Key words: industrial tourism, industrial museums, Orenburg region.

Введение. В настоящее время промышленный туризм становится все более актуальным в свете перехода мировой экономики к постиндустриальной стадии. В ситуации, когда экономическое развитие смещает вектор от сферы промышленности к сфере услуг, многие промышленные и инфраструктурные объекты не успевают перестроиться. В связи этим в научной литературе появились различные термины, характеризующие территории, на которых расположены заброшенные промышленные предприятия (фабрики, шахты, штольни), – например, «постиндустриальные ландшафты» [1] или «пейзажи ностальгии» [2]. Процессы трансформации мировой экономики оказали влияние и на сферу туризма, создав импульс для возникновения промышленного туризма.

Промышленный туризм стал популярен в Европе в 1960-х годах [3], когда ряд предприятий текстильной, горнодобывающей и сталелитейной промышленности прекратили работу, превратившись в так называемое «промышленное наследие». Заводы, превратившиеся в исторические объекты, со временем стали привлекать посетителей, и туризм промышленного наследия стал популярным феноменом. В 1988 году Британское управление по туризму запустило кампанию «Посмотри, как работает промышленность» – этобыла одна из первых инициатив по продвижению экскурсий на промышленные предприятия [4]. В 1997 году город Роттердам при финансовой поддержке правительства Нидерландов учредил специальный фонд промышленного туризма, в первую очередь способствующий посещению порта; до сих пор туристам доступен широкий спектр различных экскурсионных программ в порту города [5]. В 2000 году округ Йорк (штат Пенсильвания, США) провозгласил себя «мировой столицей промышленных туров» [4]. Вслед за Европой традиционные промышленные предприятия Азии трансформировались в туристские объекты [6].

Многочисленные примеры промышленных туров свидетельствуют о том, что регионы в настоящее время рассматривают промышленный туризм не только как источник дополнительного дохода, но и как эффективный инструмент в сфере территориального маркетинга и брендинга территории. В связи с недостаточной изученностью темы актуальным представляется анализ развития промышленного туризма как явления, влияющего на экономику и формирование положительного имиджа территории.

Материалы и методы. В исследовании дан краткий обзор истории развития промышленного туризма; приведены наиболее популярные кейсы промышленного туризма, реализованные в различных регионах мира; а также обосновывается роль данного вида туризма как инструмента территориального маркетинга. В качестве основных источников информации были использованы научные публикации по теме исследования, представленные в российских и зарубежных базах цитирования. Основные методы исследования – анализ статистических данных и сравнительный анализ успешных практик в различных странах и регионах. Дополнительным источником данных послужили отчёты тематических туристских организаций, публикации местных органов управления и туристских центров, включающие информацию о посещаемости промышленных объектов, изменениях интересов туристов, а также о влиянии промышленного туризма на экономику и общественную активность в регионах. Инфографика в исследовании выполнена с использованием специализированных программ – Microsoft Excel и QGIS.

Результаты исследований и их обсуждение. В научной литературе промышленный туризм – относительно молодая и неизученная тема (основная масса русскоязычных научных статей на эту тему в базе ELibrary датирована периодом после 2010 года); многие академические работы по промышленному туризму на самом деле сосредоточены на его конкретном типе, связанном преимущественно с отраслями пищевой промышленности (винный туризм, пивной туризм и другие виды гастрономического туризма) [2]. Тем не менее в России сам термин закреплён законодательно. Промышленный туризм (согласно национальному стандарту РФ) предполагает организованное посещение действующих предприятий для знакомства с производственными процессами и осмотр объектов промышленного наследия (недействующих предприятий, привлекательных с точки зрения исторической, архитектурной, технологической, научной ценности) [7].

Нередко промышленный туризм называют индустриальным. Однако, несмотря на то, что эти термины часто трактуются как синонимы, они могут иметь некоторые различия в зависимости от используемого контекста. Например, «индустриальный туризм» может быть более широким понятием, включающим в себя не только посещение промышленных объектов, но и другие виды деятельности, связанные с промышленностью, например, участие в промышленных выставках, форумах или ярмарках. В то же время, «промышленный туризм» более узко специализированный термин, описывающий конкретный вид туризма, связанный с посещением промышленных объектов. С учётом того, что понятие промышленного туризма закреплено в ГОСТе, стратегии развития туризма в РФ, а также в ряде иных документов, в данном исследовании используется понятие «промышленный туризм».

Основной формой промышленного туризма является экскурсия, то есть посещение промышленных объектов (фабрики, заводы, комбинаты и т.д.) по разработанному маршруту с обязательным сопровождением экскурсовода. Следует отметить, что экскурсоводы, работающие на данных объектах, не подлежат обязательной аттестации. Напомним, что аттестация является обязательной для всех экскурсоводов с 2022 года [8]. Посещая промышленные объекты, туристы

анализируют специфику организации производства, знакомятся с историей промышленных достижений предприятия, а также погружаются в атмосферу рабочей среды. Характерной особенностью промышленного туризма является акцент на уникальности освещаемых производственных процессов, а также стремление предприятий использовать туризм в качестве инструмента для продвижения своей продукции и формирования положительного имиджа.

Разновидность промышленного туризма – туризм промышленного наследия, к которому можно отнеси посещение музеев истории промышленности, а также объектов промышленного наследия (заброшенных, реорганизованных, реконструированных предприятий). С одной стороны, данный вид туризма способствует сохранению культурного наследия, с другой стороны, создаёт новые аттрактивные объекты [9]. Экскурсии, мастер-классы, фестивали и другие формы активности, связанные с туризмом промышленного наследия, обогащают туристский опыт и вносят вклад в социокультурное развитие региона.

Промышленный туризм обладает рядом уникальных характеристик, которые отличают его от других видов туризма:

– использует существующие промышленные объекты в качестве мест для посещения, что исключает необходимость строительства дополнительных рекреационных объектов;

– предъявляет повышенные требования к обеспечению безопасности посетителей: перед проведением экскурсии зачастую туристам проводят инструктаж по технике безопасности;

– не требует обязательной аттестации экскурсоводов (однако, экскурсоводы должны обладать достаточными знаниями о промышленном объекте);

– может служить инструментом профессиональной ориентации, позволяя посетителям ознакомиться с различными видами профессиональной промышленной деятельности;

– использует экскурсии как форму рекламы промышленных предприятий. При этом реклама оплачивается самими посетителями в размере стоимости экскурсии.

Если анализировать базу диссертаций по данной тематике, то следует отметить, что на сегодняшний день крайне мало диссертационных исследований, напрямую связанных с промышленным туризмом. Так Медведев В.М. в диссертационном исследовании, рассматривает промышленный туризм как инновационное направление модернизации городской среды [10], а Финько А.В. [11] провела анализ влияния туризма на промышленные отрасли экономики. В русскоязычных научных статьях исследователи рассматривают различные аспекты функционирования промышленного туризма, например подходы к организации промышленного туризма в старопромышленных регионах [12, 13] или опыт вовлечения в туристскую индустрию заброшенных и недействующих промышленных предприятий[14]. Ряд работ посвящено развитию промышленного туризма в моногородах [15-16].

В настоящее время в России наблюдается активное развитие промышленного туризма. Это обусловлено формированием основных принципов взаимодействия между промышленными предприятиями, профильными министерствами, образовательными организациями, туристскими фирмами и торгово-промышленными палатами.

Одним из ключевых факторов, способствующих развитию промышленного туризма в России, является программа «Открытая промышленность» [17]. Она направлена на продвижение местных брендов и формирование положительного имиджа отечественных производителей. Кроме того, следует отметить проект «Промтуризм» [18], основными функциями которого являются презентация территориальных брендов продукции и профориентация. Этот проект играет важную роль в популяризации промышленного туризма и привлечении внимания к отечественной продукции.

Число российских регионов, предлагающих промышленные туры, возрастает каждый год: если в 2021 году промышленный туризм реализовывался в 20 регионах, то в 2022 году число таких регионов увеличилось до 50, а общее количество привлечённых туристов превысило 800000 человек [19] *(рисунок 1)*.

Экспертами Агентства стратегических инициатив были разработаны методические рекомендации по организации промышленного туризма в регионах Российской Федерации [18]. Рекомендации представляют собой детализированное руководство, способствующее формированию эффективной модели развития промышленного туризма на региональном уровне и планированию постоянных экскурсий по действующим предприятиям. Ключевые цели промышленного туризма включают профессиональное самоопределение школьников и студентов, обмен опытом между специалистами предприятий, улучшение инвестиционной

привлекательности регионов РФ, демонстрацию территориальных брендов и продукции, стимулирование экспортного потенциала.

Таким образом, промышленный туризм в России активно развивается благодаря совместным усилиям промышленных предприятий, государственных структур и туристского бизнеса. Это позволяет не только повысить уровень информированности о российской промышленности, но и способствует формированию положительного имиджа отечественных производителей.

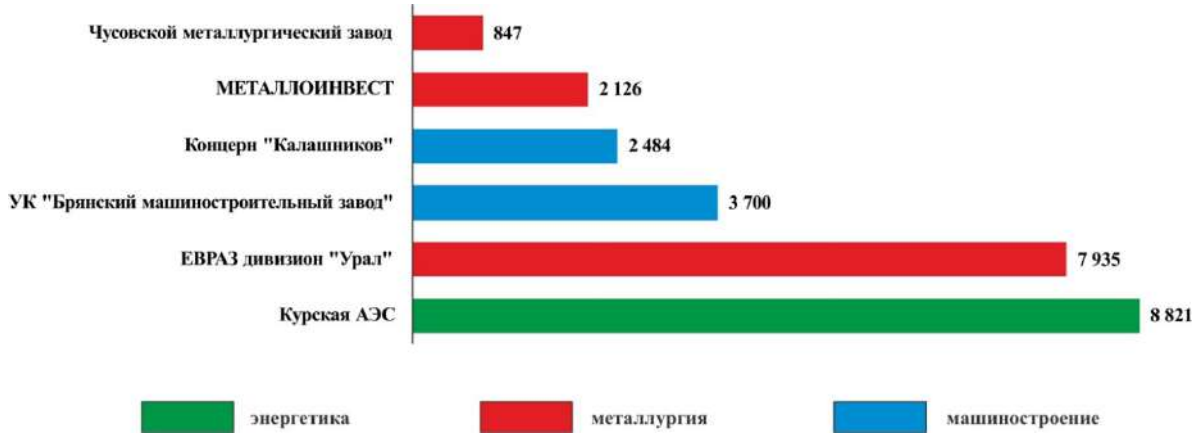


Рисунок 1. Лидеры промышленного туризма России (по посещаемости, чел.) в 2023 году. Составлено авторами по [20].

Оренбургская область, староосвоенный степной регион, обладает потенциалом для развития промышленного туризма. Этот регион включён в федеральный проект «Открытая промышленность», цель которого – увеличение прозрачности работы предприятий и создание нового туристического продукта для привлечения туристов. Одно из оренбургских предприятий – «Оренбургские пуховницы» – по итогам 2023 года вошло в список 15 лучших предприятий промышленного туризма в России [21]. На этом предприятии можно увидеть процесс создания символа региона – платков из козьего пуха. В дополнение к этому, Оренбургская область активно развивает инфраструктуру промышленного туризма, включая создание информационных центров и обучение гидов. Это помогает привлекать больше туристов и расширять возможности для обмена опытом и знаниями между специалистами различных предприятий.

В 2023 году открыли для туристов свои двери 9 промышленных предприятий Оренбургской области: АО «Уральская Сталь». ООО «Аккерманн Цемент», ООО «Газпром добыча Оренбург», компания «ОренбургШаль», ООО «Оренбургхладокомбинат», Филиал ОАО «МРСК Волги» – «Оренбургэнерго», АО МЭЗ «Уралэлектро», АО «Оренбургские минералы». На промпредприятиях Оренбуржья в 2022 году побывали свыше 7000 туристов, а в 2023 – 11000 [22]. В рамках проекта предприятия разрабатывают собственные экскурсионные маршруты с различными мастер-классами и линиями сувенирной продукции. В 2024 году для туристов будут доступны ещё ряд предприятий, обозначенных на картосхеме *(рисунок 2).* Из картосхемы видно, что основная часть открытых для туристов предприятий и промышленных музеев сосредоточена в областном центре и в городах на востоке области. В западной части региона имеется ряд предприятий, которые могли бы развивать промышленный туризм, но, к сожалению, по ряду причин, этого не делают.

Всплеск популярности промышленного туризма в регионе также можно объяснить реализацией экскурсионных туров для детей по социальным сертификатам. Социальный сертификат – это документ, подтверждающий права ребёнка на бесплатную туристскую поездку. Данная программа – эффективный способ знакомства детей с промышленностью региона, а также стимулирования их интереса к рабочим профессиям.

Одной из наиболее перспективных целевых аудиторий потребителей промышленного туризма являются студенты вузов, промышленные экскурсии для которых представляют собой как форму обучения, так и средства получения практических знаний и навыков в ходе посещения предприятий. Как следствие эти выпускники становятся востребованными специалистами и потенциальными кандидатами на замещение вакантных должностей на данном предприятии. В стратегии развития туризма в РФ содержатся указания на развитие промышленного туризма в рамках профессиональной ориентации обучающихся [23].

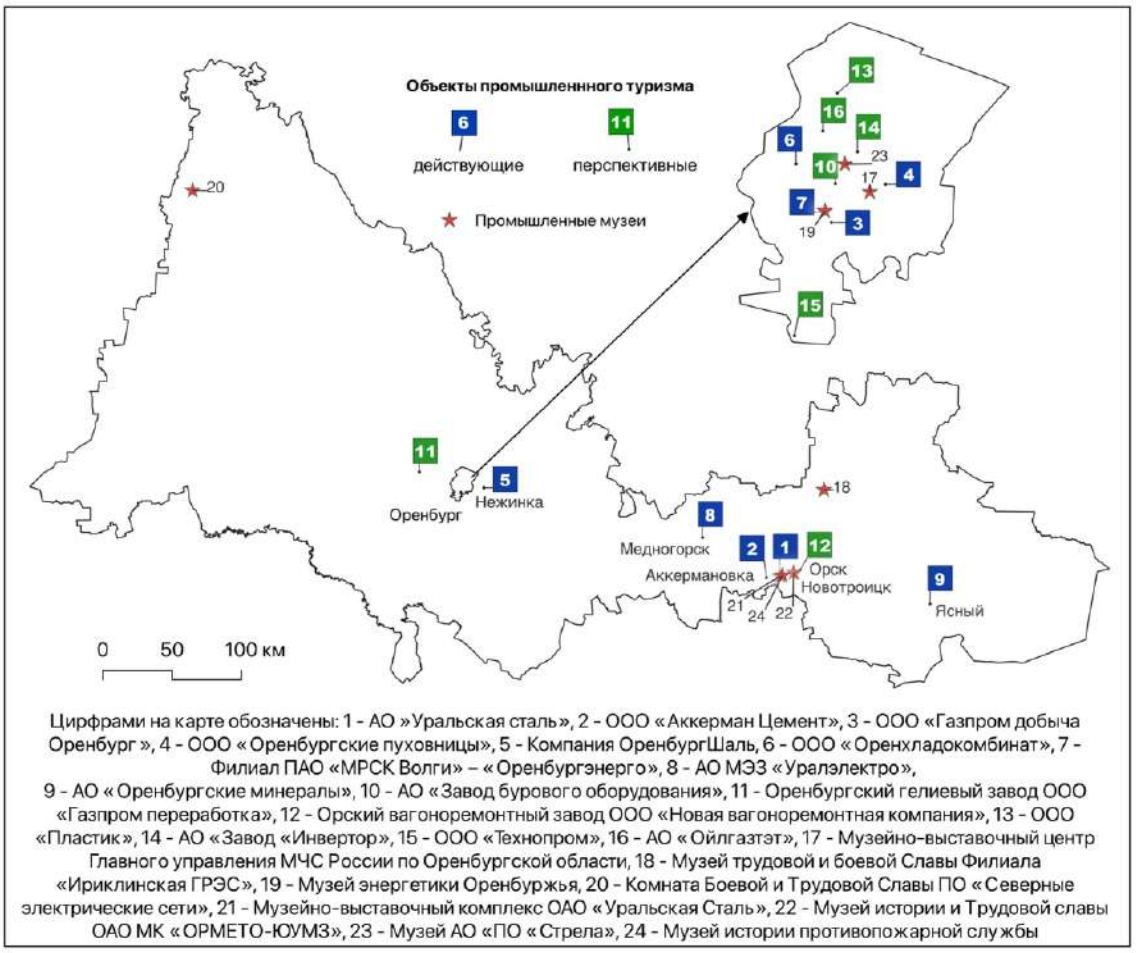


Рисунок 2. Объекты промышленного туризма в Оренбургской области. Составлено авторами.

Заключение. В Оренбургской области есть все составляющие для развития промышленного туризма: промышленные предприятия, как действующие, так и недействующие; образовательные учреждения разного уровня, и туроператоры, готовые развивать этот вид туризма. Развитие промышленного туризма в регионе – это демонстрация прозрачности и честности управления производством, уверенности перед конкурентами.

Развитие данного вида туризма принесет Оренбургской области дополнительные средства и обеспечит рабочими местами местное население практически без всяких затрат. Развитие данного направления в регионе является импульсом к развитию малого и среднего бизнеса за счет увеличения инвестиционной привлекательности и имиджа территории, а также способствует решению вопросов кадрового обеспечения экономики региона.

Несмотря на зрелищность, основные задачи промышленного туризма – сформировать положительный имидж промышленных предприятий, повысить интерес к производимому продукту, решить вопрос кадрового обеспечения. Традиционная промышленность, включая объекты под землей (например, шахты) и на поверхности (например, заводы и фабрики), предоставляет туристам как ностальгические, так и новые впечатления. Туризм, связанный с промышленным наследием, становитсяновым механизмом улучшения образа региона и служит инструментом для преодоления общественных предрассудков в отношении промышленных территорий, находящихся в упадке.

Промышленный туризм представляет собой уникальный вид туризма, который предлагает ценные возможности для образования, профессиональной ориентации, одновременно оказывая положительное влияние на экономику и имидж региона.

Список литературы

1. SzromekA. R., Herman K., Naramski M. Sustainable development of industrial heritage tourism – A case study of the Industrial Monuments Route in Poland // Tourism Management. 2021. No 83. 104252. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2020.104252.

2. Xie P.F. Developing industrial heritage tourism: A case study of the proposed jeep museum in Toledo, Ohio // Tourism Management. 2006. No 27(6). P. 1321-1330. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2005.06.010.

3. Chow H., Ling G., Yen I., Hwang K. Building brand equity through industrial tourism // Asia Pacific Management Review. 2017. No 22(2). P. 70-79. https://doi.org/10.1016/j.apmrv.2016.09.001.

4. Otgaar A. Towards a common agenda for the development of industrial tourism // Tourism Management Perspectives. 2012. No 4. P. 86-91. https://doi.org/10.1016/j.tmp.2012.05.004.

5. Rotterdam industrial tourism [Электронныйресурс]. URL: https://industrieeltoerisme.com/?lang =en(дата обращения: 15.01.2024).

6. Lin. C. The analysis of sustainable development strategies for industrial tourism based on IOA-NRM approach // Journal of Cleaner Production. 2019. No 241. 118281. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118281.

7. Национальный стандарт Российской Федерации. Туристские Услуги. Промышленный Туризм. Предоставление услуг [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200142466?ysclid =lrrhzag6ki120482022(дата обращения: 15.01.2024).

8. Аттестация экскурсоводов (гидов), гидов-переводчиков // Федеральное агентство по туризму [Электронный ресурс]. URL: https://tourism.gov.ru/deyatelnost/attestatsiya-ekskursovodov-gidov-gidov-perevodchikov/?ysclid=lrrk8xrmkl88878603 (дата обращения: 15.01.2024).

9. Зайцева А.И., Брель О.А., Кайзер Ф.Ю. Анализ опыта сохранения и редевелопмента объектов индустриального наследия // Общество. Среда. Развитие (TerraHumana). 2018. № 4(49). С. 77-82.

10. Медведев В.М. Управление городской средой в условиях инновационного развития: Дисс. ... канд. эконом. наук: 08.00.05. Санкт-Петербург, 2020. 153 с.

11. Финько А.В. Методика оценки влияния отрасли непроизводственной сферы на развитие промышленных отраслей региона: на примере Санкт-Петербурга: Дисс. ... канд. эконом. наук 08.00.05. Санкт-Петербург, 2002.120 с.

12. Танкиева Т.А., Пономарева М.В. Разработка подходов к организации индустриального туризма в старопромышленном регионе // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. 2020. № 1(61). С. 9.

13. Яковенко Н.В., Комов И.В., Диденко О.В. Проблемы развития сельского туризма в староосвоенномаграрно-промышленном регионе (Воронежская область) // Управление в XXI веке: сб. статей по материалам Междунар. науч.-практ.конф. 2016. С. 344-348.

14. Бугрова Е.Д. Индустриальные руины: эстетика ModernDecay и туризм // Labyrinth. Теории и практики культуры. 2022. № 3. С. 16-23.

15. Волков С.А. и др. Промышленный туризм как инструмент развития туризма в моногородах // Экономика и предпринимательство. 2019. № 10. С. 445-448.

16. Клейменова Е.О., Чулакова А.О. Диверсификация экономики моногородов за счёт развития промышленного туризма // Инфраструктурные отрасли экономики: проблемы и перспективы развития. 2014. № 7. С. 20-26.

17. В программе «Открытая промышленность 3.0» готовы участвовать 74 региона // Агентство стратегических инициатив [Электронный ресурс]. URL: https://asi.ru/news/197093/ (дата обращения: 15.01.2024).

18. Промышленный туризм – инструмент развития и продвижения региональных брендов [Электронный ресурс]. URL: https://promtourism.ru/about/ (дата обращения: 15.01.2024).

19. Турпоток на промышленные предприятия России может вырасти в 1,5 раза в 2023 году // Интерфакс [Электронный ресурс]. URL: https://tourism.interfax.ru/ru/news/articles/97382/? ysclid=lrrl4ms9e0561072137 (дата обращения: 15.01.2024).

20. Итоги: рейтинг «Промышленный туризм: лидеры России – 2023» // Деловой портал «Управление производством» [Электронный ресурс]. URL: https://up-pro.ru/promyshlennyj-turizm/promturizm-itogi-2023/ (дата обращения: 15.01.2024).

21. Карта промтуризма России [Электронный ресурс]. URL: https://promtourism.online/tpost/0vm86723u1-karta-promturizma-rossii?ysclid=lrrlbpoo5c301702845 (дата обращения: 15.01.2024).

22. В Оренбуржье промышленный туризм охватил более 11 тыс. человек в 2023 году // Информационное агентство ТАСС [Электронный ресурс]. URL: https://tass.ru/obschestvo/19486309? ysclid=lrrkviisw2910097818 (дата обращения: 15.01.2024).

23. Стратегия развития туризма в Российской Федерациина период до 2035 года [Электронный ресурс]. URL:http://static.government.ru/media/files/FjJ74rYOaVA4yzPAshEulYxmWSpB4lrM.pdf (дата обращения: 15.01.2024).

УДК 303.425.5
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1193-1199

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭТНОКУЛЬТУРНОГО ЕДИНСТВА ЕВРАЗИИ

MODERN PROBLEMS OF ETHNOCULTURAL UNITY IN EURASIA

Сдыков М.Н.
Sdykov M.N.

Западно-Казахстанский университет им. М. Утемисова, Уральск, Республика Казахстан
M. Utemisov West Kazakhstan University, Uralsk city, Republic of Kazakhstan

E-mail: msdykov@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы формирования евразийского историко-культурного единства, зарождения концепции и исторические пути ее развития. На примере Казахстана и России показаны глубокие корни этнокультурного процесса, нашедшего отражение в многочисленных материальных и духовных памятниках. Зарождение евразийства происходило в рамках единого исторического процесса, когда многие народы оказывались в общем государственно-политическом пространстве. В результате интеграции происходило взаимовлияние и взаимопроникновение духовных символов, традиций, языка и культуры соседних народов, проживавших в общем природно-географическом мире. Процесс этот занял более тысячи лет, начиная с момента формирования двух основных крупных этносов – тюрков и славян.

Важную роль играло следующие обстоятельства. Первое – интеграция происходила в период активного этногенеза большинства народов Восточной Европы и Средней Азии; второе – ведущую политическую роль в этнокультурном обмене попеременно играли кочевники Степи в VIII-XV веках – хазары, кипчаки, монголы, тюрки; а затем – с XVI века восточные славяне путем создания российского государства. Образование Российской империи стало ключевым моментом в формировании евразийского пространства. Дальнейшее развитие в XX веке в рамках Советского Союза закрепило многие общие этнокультурные черты и характеристики. Однако установление приоритета одного языка и одной культуры не могло не вызвать обратной реакции. С распадом государственного единства эти процессы стали набирать силу.

Особое внимание уделено современному этапу евразийства, переживающему глубокий кризис, когда страны и народы стоят перед выбором дальнейшего пути развития.

Ключевые слова: Евразийская цивилизация, концепция, культурное единство, исторический путь, Казахстан, Россия. памятники, тюрки, славяне.

Abstract. The article examines the problems of the formation of the Eurasian historical and cultural unity, the origin of the concept and the historical ways of its development. Deep roots of the ethnocultural process, reflected in numerous material and spiritual monuments, are shown on the example of Kazakhstan and Russia. The emergence of Eurasianism took place within the framework of a single historical process, when many people found themselves in a common political space. As a result of integration, there was mutual influence and interpenetration of spiritual symbols, traditions, language and culture of neighbours living in a common natural and geographical space. This process took more than a thousand years, starting with the formation of two major ethnic groups – the Turks and the Slavs.

Following circumstances played an important role. First, the integration took place during the period of active ethnogenesis of most people in Eastern Europe and Central Asia; second, the leading political role in ethnocultural exchange was executed interchangeably by nomads of the Steppe in the VIII - XV centuries – Khazars, Kipchaks, Mongols, Turks; and then – from the XVI century, the Eastern Slavs caused their influence through the creation of the Russian state. The formation of the Russian Empire has become a key moment in the formation of the Eurasian space. Further development in the 20th century within the framework of the Soviet Union consolidated many common ethnocultural features and characteristics. However, the establishment of the priority of one language and one culture could not but cause a backlash. With the collapse of the state's unity, these processes began to gain momentum.

Special attention is paid to the current stage of Eurasianism, which is experiencing a deep crisis, when countries and peoples face a choice of further development path.

Key words: Eurasian civilisation, concept, cultural unity, historical path, Kazakhstan, Russia. monuments, turks, slavs.

Введение. Традиционалистская идеология евразийства возникла в России в начале XX века. Основанием появления этой концепции стала острая научная дискуссия о путях развития России, которая развернулась во второй половине XIX века, между «западниками» и

«славянофилами». Толчком для развития этой идеи стала книга князя Николая Трубецкого «Европа и человечество», написанная до революции, но изданная только в 1920 году. Собственно, о России в этой книге написано очень мало, а больше о том, что романо-германский мир, сейчас он называется «атлантическим», истребляет все остальные культуры. Его представители считают, что если кто-то живет не так, как они, то это плохо. Западный мир идентифицирует себя со всем человечеством, думая, что все должны равняться только на него. Но Трубецкой так ответил на эти претензии: «Нет! Каждая культура самоценна и самобытна, нет культур более или менее развитых, малых или великих».

Таким образом, историческим фоном становления евразийства было определенное отчуждение России от Запада. В начале XX века русский политический мыслитель Николай Трубецкой сформулировал основные идеи евразийства. Он предложил новую концепцию геополитического пространства, объединяющего Россию, Центральную Азию и Сибирь в единую цивилизацию, отличную от Западной Европы. Н. Трубецкой считал, что евразийская цивилизация обладает своими особыми ценностями и уникальным историческим путем [1, 2].

В нашей общей истории весь процесс складывания и развития Евразии – это сменяющие друг друга геополитические формы организации евразийского пространства. В конце прошлого столетия произошла резкая смена функционирования евразийского пространства: разрушение единого государства СССР, создание системы новых независимых государств и четко выраженные тенденции к деинтеграции.

Первоначально казалось, что евразийская концепция может стать тем идейно-теоретическим основанием, которое способствует процессу реинтеграции постсоветского пространства на новой платформе. Однако реальность подтвердила сложность такого подхода и наличие все усиливающихся различий в оценке евразийской платформы со стороны бывших советских республик и их народов.

Материалы и методы. В большинстве современных исследований, посвященных теме евразийства, понятие Евразия не ограничивается географическими представлениями, а еще включает культурно-историческое взаимодействие проживающих на этом общем пространстве евразийских народов. Взаимодействие – это основной фактор, объединяющий разные народы, несмотря на их отличие как конфессионального, так и этнического характера, то есть разность цивилизации. Реальностью являлось не только евразийское географическое пространство, но и многовековое сосуществование народов. В трудах многих исследователей недавнего прошлого считалось, что евразийская цивилизация – одна из культурно-исторических систем, сложившихся в ходе более чем тысячелетнего опыта взаимодействия различных народов, населяющих «срединный континент». Утверждалось, что Евразия – это особый культурный мир, «внутренне и крепко единый в бесконечном и часто, по видимости, в противоречивом многообразии своих проявлений.

В XIX веке термин «Евразия» поначалу имел чисто географическое содержание. Так географ Гумбольд назвал крупнейший на Земле материк. С исторической точки зрения Евразия не имеет жестко очерченных географических границ. Но в нее не входят Европа (к западу от Буга – Прута – Дуная), Индия и Индокитай, лишь эпизодически, частично, включаются Китай и Средний (и частично Ближний) Восток. Позже «Евразию» стали понимать как историко-культурную цивилизационную общность, «Большое пространство», совокупность смежных территорий, населенных разными по своему происхождению народами, но в большой степени связанных между собой общностью исторических судеб, общими интересами, сходством культур.

Л.Н. Гумилев, основываясь на данных истории, этнологии и этнографии, биологии, географии, геологии и демографии, рассматривал Евразию в континентальном значении, как суперэтническую целостность с несколькими доменами [3, 4].

Для формирования единой евразийской историко-культурной системы имелись существенные природные предпосылки. Вытянутый в широтном направлении Евразийский континент в северной его половине не разделен такими меридиональными ландшафтными рубежами (высокогорными хребтами или большими пустынями), которые могли бы существенно ограничить общение обитателей разных его частей. Широкие реки издревле не столько разъединяли, сколько связывали народы Евразии. Значительную роль в деле перемещения людей, вещей и идей сыграл и протянувшийся от Дуная до Хингана сплошной пояс степей. Уже с конца эпохи неолита (4-3 тыс. лет до н.э.) обозначились общие черты для населения всего Евразийского пространства. Близость ландшафтно-природных условий способствовала

формированию сходных хозяйственно-культурных типов, а все более умножающиеся прямые и опосредованные контакты между населением разных областей Евразии помогали распространению культурных новаций и унификации их культурного облика. Свою роль в становлении этнокультурного родства значительно удаленных регионов сыграли и массовые миграции населения.

Одним из важных идеологических постулатов евразийства является признание генетического родства и культурно-психологической общности народов, населяющих большое пространство в Евразии, поэтому евразийство рассматривается как новое явление, новый вызов обществу, связанное с современным ему миром.

Необходимо отметить, что у евразийства есть ряд положительных и отрицательных сторон. К плюсам данной концептуальной идеологии можно отнести следующее:

– *Безопасность, экономический рост, социально-экономическая интеграция, культурное и языковое единство, развитие науки и технологий*.

Как и у любой идеологии у евразийства есть свои минусы. Среди них:

– *Отсутствие единого языка, отсутствие единой валюты, неравенство между странами, отсутствие демократии, отсутствие свободы слова*.

В целом, минусы евразийской концептуальной идеологии заключаются в том, что она не учитывает интересы всех стран и народов, а также не обеспечивает равные возможности для экономического и политического развития.

Результаты исследований и их обсуждение. Возникновение на рубеже II-I тыс. до н.э. кочевого скотоводства – хозяйственного уклада, требующего высокой подвижности населения, обеспечило еще большее сближение разных историко-этнографических областей и культурных провинций Евразии. Раньше всего это произошло в степном поясе и непосредственно примыкавших к нему с севера и с юга территориях. Значительная близость культур этой зоны (даже у неродственных народов) весьма отчетливо проявилась уже в 1 тыс. до н.э. в «скифскую эпоху». В последующие века Евразия стала свидетелем массовых перемещений сарматов, алан, гуннов, тюрков, распространившихся на огромных пространствах Старого Света.

Многочисленные автохтонные племена (индоевропейские в Центральной Азии, угро-финнские в Поволжье, Приуралье и Западной Сибири, иранские и адыгские на Северном Кавказе, самодийские и кетоязычные в Южной Сибири) были частично ассимилированы тюрками в период существования созданных ими этнополитических объединений, прежде всего гуннских государств первых веков н.э., древнетюркских каганатов второй половины 1 тыс. н.э. На протяжении всей древней и средневековой истории в среде евразийских народов складывались и преемственно закреплялись этнокультурные традиции, которые, имея зачастую различные истоки, постепенно формировали этнически существенные особенности, в той или иной мере присущие всем евразийским племенам. Наиболее интенсивно формирование такого рода стереотипов происходило в древнетюркское время, т.е. во второй половине 1 тыс. н.э., когда определялись оптимальные формы хозяйственной деятельности (кочевое и полукочевое скотоводство), в основном сложился комплекс материальной культуры (тип жилища, одежда, средства передвижения, пища, украшения и т.п.), приобрела известную завершенность духовная культура, социально-семейная организация, народная этика, изобразительное искусство и фольклор. Наиболее высоким достижением этой эпохи стало создание тюркской рунической письменности, распространившейся со своей центрально-азиатской родины (Монголия, Алтай, Верхний Енисей) до Подонья и Северного Кавказа.

Важную роль, хотя об этом только в последнее время стала упоминать официальная историография России, сыграло монгольское завоевание. За почти триста лет совместного существования сложились многие этнокультурные черты и характеристики, которые нашли свое отражение в последующем историко-культурном развитии многих народов Евразии [5].

В период позднего средневековья походы аморфных племенных союзов сменила жесткая политика крупных государств. Результатом этого становилось утверждение региональных и даже мировых держав, прежде всего империи Чингисхана и его потомков (XШ-XV вв.). Становление этих держав сопровождалось большими перемещениями и смешением населения, а также в периоды расцвета – культурной интеграцией обширных регионов Евразии.

Позже, с завоеванием Московским государством Поволжья и распространением его за Урал, стало ощущаться влияние нового объединительного фактора – движения русского населения на восток и юг, сыгравшего одну из ключевых ролей в судьбе Евразии. Так постепенно складывалась большая этническая пестрота при сохранении компактных территорий обитания

одних народов и активной диффузии других в иноэтничную среду. Для завершения формирования исторической Евразии решающее значение имело становление Российской империи. Она распространилась на земли, непосредственно примыкающие к «метрополии», не отделенные от нее океанами, и как бы «возвращала» в единое евразийское государство области, некогда входившие в состав прежней мировой империи Чингизидов. Распространение влияния Российской империи на «монгольское наследство» окончательно скрепило Евразию в политическом, экономическом и культурном отношении, а более чем 400-летняя продолжительность сосуществования в едином (российском и советском) пространстве придала колоссальную инерционную силу процессам экономической интеграции, аккультурации и культурного синтеза, продолжающимся в Евразии и в настоящее время.

Самое главное в евразийстве это идеи социально-исторической, социально-культурной, социально-этнической целостности Евразии, а также методологическое обоснование полицентризма и многолинейности социально-исторического процесса, идея параллельного сосуществования и развития различных цивилизаций, каждая из которых имеет свою логику развития, свою культурную доминанту, собственные ценности, цели и приоритеты. Идея евразийства подчеркивает значимость развития национальных культур, уникальность и неповторимость каждой нации и народа, когда в рамках единой цивилизации в общую «радужную сеть» сплетены многие национальные культуры, обеспечивающие единство в многообразии.

Евразийская идея может быть сформулирована как единство в многообразии, интеграция народов Евразии на основе культурно-цивилизационной континентальной идеи и глубинного социокультурного синтеза традиций. Согласно взглядам евразийцев, народы всех рас и национальностей Евразии могут сближаться, примириться, соединиться друг с другом, образуя «единую симфонию».

Таким образом, в основе евразийства лежат системообразующие связи: пространственные, простирающиеся на особенности природной среды, ландшафта; временные, формирующие общность исторического бытия, широко понимаемой культуры, языка; социально-психологические, цементирующие суперэтническую общность за счет формирования сопоставимых ценностно-нормативных механизмов, субъективного сознания общности, самоидентификации людей.

С образованием Республики Казахстан как суверенного государства неизбежно возникла проблема выбора той политической и цивилизационной ориентации, которая позитивно повлияла бы на историческую будущность как самой республики, так и всего постсоветского пространства.

Вырисовывались следующие альтернативные модели интеграции:

1. Пантуранская модель. Ее возможная политическая ориентация – прозападная, определяемая связью с Турцией и теми экономическими и военно-политическими блоками, членом которых является Турция.

2. Панисламисткая монорелигиозная, полиэтническая модель, имеющая в Казахстане своих сторонников. Ее возможная политическая ориентация – исламский мир. Современная ситуация в Афганистане резко снизила вероятность развития событий по этой модели.

3. Китаецентричная полиэтничная и экстрарелигиозная модель, не кажущаяся пока вероятной, но теоретически допустимая альтернатива.

4. Евразийская геополитическая перспектива, интеграция с Россией.

Остановимся более подробно на интеграционных процессах между Казахстаном и Россией. Выше мы рассматривали общеисторический путь становления евразийства, но есть смысл проанализировать историю взаимоотношений двух основных этносов и государств, определяющих сейчас современное состояние евразийской концепции и евразийского единства.

В этой связи, естественно, возникает вопрос – насколько история казахского народа, и, прежде всего, история взаимоотношений Казахстана и России, предопределяют данный выбор. Начиная с древних эпох, на контактной территории Казахстана наблюдались инфильтрация, агрессия, миграция и эмиграция этносов, интеграция и нивелировка культур. В результате интенсивных экономических, военно-политических и этно-культурных связей Европы и Азии происходило взаимообогащение культур. Кочевые племена участвовали в значительных мировых событиях того времени и оставили заметный след в истории мировой культуры.

С середины 1 тысячелетия до н.э. происходят крупные изменения на широком поясе евразийских степей. Изменение расовой, культурной обстановки связано с поистине эпохальным

событием – с великим переселением с востока в евразийские степи гуннских племен. Оживление взаимосвязей народов происходит с деятельностью трансконтинентальной системы караванных путей – Великим Шелковым путем. Он имел много направлений, трасс и участков. Один из них – Степной путь, который проходил через регионы Причерноморья, Дон, земли савроматов Южного Приуралья, Иртыш, Алтай, о. Зайсан. Этот путь был важным инструментом экономической и интеллектуальной интеграции, взаимодействия и взаимообогащения материальной и духовной культуры кочевых и оседлых народов Евразии. По Великому Шелковому пути наряду с материально-духовными ценностями распространялись и религиозные идеи. На территории Казахстана встречались буддийские сооружения и христианские церкви, а в VIII-IX вв. начал распространяться ислам. Распространение трех основных направлений религии подтверждают синкретизм духовной и материальной культуры, генетическую общность этнополитической организации кочевых и оседлых народов Евразии.

В экономике это нашло отражение в сочетании двух способов хозяйствования – земледелия и скотоводства. При этом ни «лес», ни «степь» не могут существовать друг без друга, они дополняют один другого и постоянно нуждаются в продуктообмене. Так, география Евразии предопределила единение на ее территории двух культурных миров: разных, непохожих, часто противоборствующих, но обреченных природой и судьбой на взаимодействие.

В VI веке в Евразию начали проникать древние тюрки. Форсировав Волгу и Дон, они расселились тогда в южно-европейских степях. С IX века в эти же степи переправилась часть печенегов, половцев и каракалпаков, тем самым заполнив экологическую нишу. Все перечисленные народы следует считать аборигенами Евразии, т.к. их переселения носили характер простых передвижений в пределах своего или сходного этноладшафтного региона. Первой евразийской державой, простиравшейся от Китая на востоке до Византии на западе, на юге до Персии, в VI веке был Тюркский каганат.

В первой половине XI века этнокультурное влияние и консолидирующая роль в Волго-Уральском регионе переходит к кипчакам. Это было связано с установлением на обширной территории от Иртыша до Волги военно-политической гегемонии кипчакских ханов. Структура племенного союза кипчаков вобрала в себя собственно кипчаков, а также тюркоязычные кимекские, печенегские, древнебашкирские, огузские племена, также тюркизированные группы ираноязычных народов. На основе консолидации и интеграции народов Евразии кипчаками шел процесс перехода от союза родственных им племен к кипчакской народности. На Руси кипчаков называли половцами, а степь между Волгой и Днепром на Руси – «половецкой степью». Между русскими и кипчаками существовали тесные связи. Между русскими княжествами и половецкой степью более характерными были не война и набеги, а интенсивный товарообмен.

С XIII века началась новая стадия военно-политической интеграции на евразийском пространстве – монголо-тюркская. Монгольское завоевание оказало сильное воздействие на ход этнических процессов на территории Казахстана. Она была разделена на новые политические объединения – улусы сыновей Чингисхана.

Заметный след в истории кочевой цивилизации оставило евразийское государство Золотая Орда, во времена которой сблизились субкультуры тюрков и славян. Идеи евразийства присутствовали и действовали в период формирования казахской народности и государственности, и в период борьбы казахов за свою независимость и свободу. История собственно казахской государственности связана с эпохой Казахского ханства. Становление и развитие Казахского ханства способствовали стабилизации политической ситуации в Евразии, завершению этнической консолидации, формированию территории казахов.

Стремление найти в лице России союзника, а также обезопасить свои пастбища не только со стороны Джунгарии, но и со стороны России, побудили правителей Младшего и Среднего жуза принять российское подданство. Российское правительство в свою очередь также рассчитывало защитить восточные границы. В 1731 году была подписана грамота о принятии Младшего жуза в состав Российской империи, а в 40-е годы XVIII века был включен Средний жуз. Начавшееся еще в XVI веке расширение сферы российской государственности на восток и сопровождавшие его миграционные процессы стали столь же неизбежны, как и в предшествующее время расселение на западе степной Евразии тюркских народов, чьей хозяйственной базой было кочевое скотоводство. В отличие от западных миграций тюркских народов русское распространение на восток имело иную хозяйственную подоплеку.

Следует сказать, что процесс вхождения является достаточно сложным, вызывает диаметрально противоположные суждения. Объективная оценка возможна при многостороннем

освещении. Период присоединения Казахского ханства к России в советской историографии 20-30-х гг. было принято называть периодом колониального подчинения Казахстана царизмом, периодом «абсолютного зла». В 1941 г. М.П. Вяткин впервые выдвинул тезис о присоединении Казахстана к России как «наименьшее зло», имея ввиду альтернативную возможность и вероятность подчинения казахов кочевому государству джунгаров. В 1948-1949 гг. восторжествовала оценка, в соответствии с которой присоединение Казахстана к России имело прогрессивное значение, но как главное в этом процессе выделялась совместная борьба русских и казахских масс против царизма. Констатировались позитивные новации в социально-экономическом и культурном развитии Казахстана. Остановимся только на основных моментах, характеризующих процесс сближения казахов с Россией в это время. Прежде всего, следует отметить бурное развитие казахско-русской торговли. Шло постепенное приобщение к русскому образованию и культуре. Одним из ярких представителей казахской интеллигенции, вобравшего лучшие традиции русской культуры, является Чокан Валиханов. В современной историографии дана более однозначная оценка этого периода как колонизации Казахстана Россией.

В советский период, в условиях господства тоталитаризма, идеи евразийства трансформировались в присущие системе формы, но народы всегда помнили о своих этнических корнях. Концепция евразийства получила официальное признание, а некоторые ее идеи были инкорпорированы в советскую идеологию, особенно в отношении национально-культурных особенностей народов СССР.

Распад советской системы сопровождался разрывом экономических, культурных связей постсоветских республик. Поэтому при оценке потенциала интеграции необходимо мнение политологов, социологов и экономистов. Сейчас казахстанские политологи активно разрабатывают вопрос о факторах, которые необходимо учесть при выборе пути интеграции. Это – учет финансово-экономических условий; сложность национального состава Казахстана; уровень влияния экстремально настроенных социально-политических и этнических групп.

Наряду с необходимостью углубления экономической интеграции, на наш взгляд, актуальной является интеграция в области культуры, науки и образования, формирование согласованной образовательной политики государствами Евразийского Союза. Целям исторического обоснования евразийской интеграции послужил бы интегрированный учебник истории Евразии, который могли бы подготовить совместно российские и казахстанские ученые-историки.

Заключение. Основную роль в интеграционном процессе между нашими странами принадлежит России. В целом, евразийский проект обладает большим потенциалом и в перспективе может принести большие выгоды странам-участницам. Однако существует ряд проблем, которые необходимо решить для успешной реализации проекта. Прежде всего, необходимо провести политические и экономические реформы в самой России, что значительно повысит привлекательность России и предлагаемых ею проектов для соседних стран, а также даст преимущества перед другими сильными участниками в регионе. Объективный анализ различных сфер интеграции, оценки реальной возможности данной интеграции могут помочь установить перспективные механизмы и направления реализации инициативы Евразийского союза.

Сторонники возрождения евразийства видят его как возможность для укрепления геополитической позиции России и других стран Евразии в новой мировой системе. Они подчеркивают географическое преимущество Евразии, ее ресурсный потенциал и важность установления многополярности в мире. Другие считают его концепцией, основанной на имперских стремлениях. Кроме того, с тенденцией распространения евразийства не согласны многие политики, особенно западные. Они подвергают критике данное концептуальную идеологию. Многие придерживаются точки зрения, что происходит процесс разворачивания на территории бывшего СССР интеграционных процессов. Часто происходит сравнение с воссозданием прототипа Советского Союза. На Западе признают недопустимость синхронного протекания евразийских и европейских интеграционных процессов и т.д.

Обобщая все вышесказанное, можно прийти к выводу, что политические и экономические динамики в регионе постоянно меняются. Конкретные отношения между странами Евразийского континента и их участие в СНГ и других интеграционных структурах могут меняться в зависимости от ситуации и приоритетов каждой страны. Кроме того, связь между евразийством и биполярностью может быть связана с геополитической организацией

мира. Можно предположить, евразийство может стать третьим полюсом власти, который может соперничать с Западом и Востоком.

Таким образом, многофакторный, комплексный подход, основанный на историко-культурном единстве и духовной близости народов постсоветского мира, может способствовать перспективам развития евразийского пространства.

Растущие противоречия между атлантическим миром и Россией, все большее ее отчуждение от Запада, изменит политику и направленность интеграционных процессов и на этой платформе возможны два варианта развития:

– рост настроений в поддержку восстановления и развития евразийства;

– рост противоречий между сторонами евразийского процесса из-за конфликта с западным миром и окончательный распад как идеи, так и самого единого пространства.

Список литературы

1. Трубецкой Н. К проблеме русского самосознания. Париж: Евразийское книгоиздательство, 1927. 94 с.

2. Трубецкой Н. Наследие Чингиз хана: взгляд на русскую историю не с Запада, а с Востока. Берлин: Евразийское книгоиздательство, 1925. 60 с.

3. Гумилев Л.Н. Тысячелетие вокруг Каспия. М., 2004. 335 с.;

4. Гумилев Л.Н. Ритмы Евразии: эпохи и цивилизации. М., 2007. 528 с.

5. Рыкин П. Создание монгольской идентичности: термин «монгол» в эпоху Чингисхана // Евразия. Люди и мифы. М., 2003. С. 240-277.

УДК 911.7
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1200-1206

МИГРАЦИИ ИЗ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В РОССИЮ: ЕСТЬ ЛИ СВЯЗЬ С ДЕГРАДАЦИЕЙ ЗЕМЕЛЬ? ВЗГЛЯД ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФА

MIGRATIONS FROM CENTRAL ASIA TO RUSSIA: IS THERE A LINK TO LAND DEGRADATION? VIEW OF HUMAN GEOGRAPHER

Себенцов А.Б.
Sebentsov A.B.

Институт географии РАН, Москва, Россия
Institute of Geography RAS, Moscow, Russia

E-mail: asebentsov@igras.ru

Аннотация. В последние два десятилетия при изучении миграций все больше внимания уделяется изучению экологическим факторам возникновения миграционных потоков, которые стали хорошо заметны в ряде регионов Африки, Азии и Латинской Америке. Цель данной работы – показать возможные связи между миграцией и деградацией земель в странах Центральной Азии, а также определить возможности и ограничения дальнейших исследований. На основе анализа широкого круга статистических данных, выводов предыдущих исследований, а также анкетирования и интервью с населением в Кыргызстане, Таджикистане и Узбекистане, авторы приходят к выводу о существовании косвенных связей между этими процессами. Деградация земель становится фактором миграции в том случае, если создаёт угрозу источникам средств к существованию домохозяйств, что можно выявить в настоящее время только на локальном уровне. Миграции не только повышают благосостояние домохозяйств, но и заметно снижают нагрузку на землю. Перечисления мигрантов пока не становятся базой для инвестиций в прогрессивные практики устойчивого землепользований, что можно рассматривать как задачу для будущих практико-ориентированных исследований. В то же время сами эти практики по мере роста общей эффективности сельскохозяйственных предприятий могут привести к формированию нового «миграционного навеса».
Ключевые слова: миграции, Россия, Центральная Азия, деградация земель, опустынивание.

Abstract. In the last two decades, the study of migration has increasingly focused on examining the environmental drivers of migration flows, which have become highly visible in many regions of Africa, Asia and Latin America. The aim of this paper is to show possible links between migration and land degradation in Central Asian countries and to identify opportunities and limitations of further research. Based on analyses of a wide range of statistical data, findings of previous studies, as well as questionnaires and interviews with the population in Kyrgyzstan, Tajikistan and Uzbekistan, the authors conclude that there are indirect links between these processes. Land degradation becomes a driver of migration if it threatens household livelihoods, which can currently only be identified at the local level. Migration not only increases household welfare but also markedly reduces pressure on land. Migrant enumeration is not yet becoming the basis for investment in progressive sustainable land use practices, which can be seen as a challenge for future practice-oriented research. At the same time, these practices themselves, as the overall efficiency of agricultural enterprises increases, may lead to the formation of a new "migration canopy".
Key words: migration, Russia, Central Asia, land degradation, desertification.

Введение. Колоссальные миграционные потоки стали своего рода «приметой времени» для современного глобального мира. Несмотря на то, что главным видом миграций, как и раньше, остаются рабочие, экологически обусловленные потоки мигрантов всё более или более заметны [1]. Причиной таких потоков становятся не только техногенные катастрофы, но и долгосрочные последствия изменения климата и ландшафтов в связи с хозяйственной деятельностью человека к глобальном, региональном и локальном масштабах. В известном «Атласе экологических миграций» упоминается, что 19 млн человек были перемещены в 2015 году из-за стихийных бедствий [2]. В 2020 г. – почти 31 млн [1]. Опустынивание и деградация земель также является одним из наиболее значимых факторов миграции, особенно в засушливых развивающихся странах [1, 3]. Проблемой исследования этой связи занимались многие исследователи на примере отдельных стран и районов Африки [4, 5], Азии [6], Латинской Америки [7]. К 2010-2014 гг. проблема связи миграции и опустынивания входит и в зону внимания Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием и деградацией земель (КБО ООН). За этим следует серия научных работ и отчётов международных организаций, посвященных исследованию деградации земель и

миграции в наиболее населённых и засушливых регионах мира, Африке (южнее Сахары), Южной Азии и Латинской Америке, где в совокупности проживает около 60% населения Земли.

Центральная Азия также привлекала внимание исследователей как регион, где в постсоветский период наблюдались одновременно и масштабные миграции [8], и значительная деградация земель. Несмотря на то, что в большинстве исследований эти проблемы анализировались отдельно, некоторые работы были посвящены изучению именно этой не всегда очевидной связи [9-11].

Цель данной статьи – показать возможные связи между миграцией и деградацией земель в странах Центральной Азии, а также определить возможности и ограничения дальнейших исследований.

Данная статья содержит результаты проекта «Взаимосвязь деградации земель, изменения климата и миграции в Центральной Азии», реализованного на средства КБО ООН в 2020-2022 г. [12].

Информационная база и методы исследования. Экономико-географическая часть проекта «Взаимосвязь деградации земель, изменения климата и миграции в Центральной Азии» базировалась на широком круге статистических данных. Статистика международных организаций – Всемирного банка (макроэкономическая статистика), Международной организации труда (статистика рынка труда и миграции), Статистического комитета СНГ (сопоставление уровня доходов, зарплат и т.д.), Евразийского банка развития (оперативные оценки социально-экономической ситуации в соответствующих странах) – позволила в общем виде оценить роль притягивающих и выталкивающих факторов в возникновении столь масштабного миграционного коридора в Северной Евразии. Статистические данные России и Казахстана позволили уточнить численные показатели миграции, поскольку страны приема мигрантов обычно лучше ведут учет.

Статистика стран Центральной Азии позволила оценить факторы миграций и детализировать картину механического движения на региональном уровне в первую очередь для Кыргызстана и Таджикистана. Проведённое анкетирование в Кыргызстане, Таджикистане и частично Узбекистане позволило прояснить картину на локальном уровне, чтобы понять общий характер связи между миграцией и деградацией земель.

Миграционный коридор Центральная Азия – Россия: притягивающие и выталкивающие факторы. Современные социологические подходы к изучению миграций чаще всего объясняют миграции с помощью классической миграционной модели Pull-Push factor (притягивающих и выталкивающих факторов). Часть этих факторов связана с территорией выбытия мигрантов (push factors), часть – с территорией потенциального прибытия (pull factors). В некоторых исследованиях встречаются удерживающие факторы, что может быть также актуально, если исследователь сфокусирован на проблеме удержания или закрепления населения.

Придерживаясь классической схемы, мы выделили четыре основные группы факторов, которые влияют на существующие сегодня в странах Центральной Азии потоки мигрантов *(см. рисунок 1)*. Анализируя причины миграций в рамках данной гравитационной модели, мы учитывали факт, что в основе миграций, лежит сложное переплетение обозначенных выше объективных факторов, индивидуальных жизненных обстоятельств мигрантов, эмоциональной оценки мигрантами стран приема и исхода, а также социальной вовлечённости потенциальных мигрантов в миграционные сети.

Ведущую роль в текущей миграционной ситуации играют безусловно демографические, экономические и социально-политические факторы. Влияние демографических факторов связано прежде всего с колоссальным естественным приростом *(рисунок 2)*, который наблюдается прежде всего в уже перенаселённых аграрных районах. Несмотря на то, что естественный прирост снижается, население стран Центральной Азии в среднесрочной перспективе будет расти и прежде всего за счёт сельской местности *(см. рисунок 3)*.

Влияние экономических факторов определяется тем, что экономика большинства стран не поспевала за ростом населения. Особенно ярко это наблюдалось в аграрных районах. Несмотря на то, что, согласно международной статистике, роль сельского хозяйства во всех центральноазиатских государствах быстро снижается, оно по-прежнему имеет колоссальное значение. Кроме того, важно учитывать, что значительная часть хозяйств нетоварные, а потому неразличимы для официальной статистики.



Рисунок 1. Схема притягивающих и выталкивающих факторов в миграционном коридоре Центральная Азия – Россия (составлено автором).

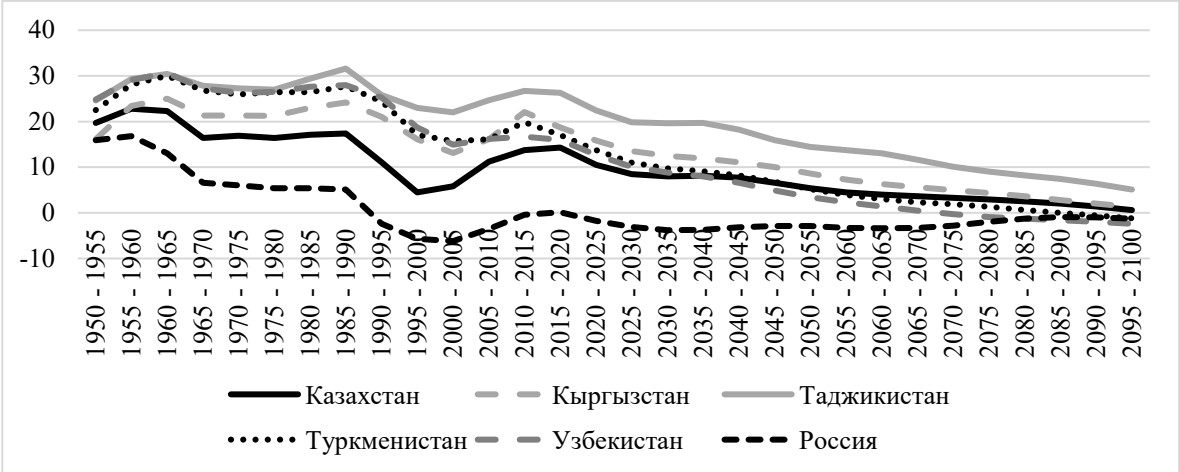


Рисунок 2. Общий коэффициент естественного прироста на тыс. населения (по средним показателям за пять лет) (составлено автором по данным WDI 2022).

Колоссальные различия в объёмах душевого ВВП – маркер разных моделей экономики, которые сформировались в странах Центральной Азии [13]. Ресурсная модель характерна для Казахстана и Туркменистана, а в Кыргызстане и Таджикистане сложилась специфическая трудоэкспортная модель, в которой почти все отрасли экономики и общий совокупный спрос зависят от перечислений мигрантов. Мера этой зависимости, как показало наше анкетирование, особенно велика в сельской местности.

Смешанная, промежуточная модель, характерна для Узбекистана. Смешанная и трудоэкспортная модели продемонстрировали значительную уязвимость в связи с пандемией COVID, когда санитарные меры заметно сказались на перечислениях мигрантов.

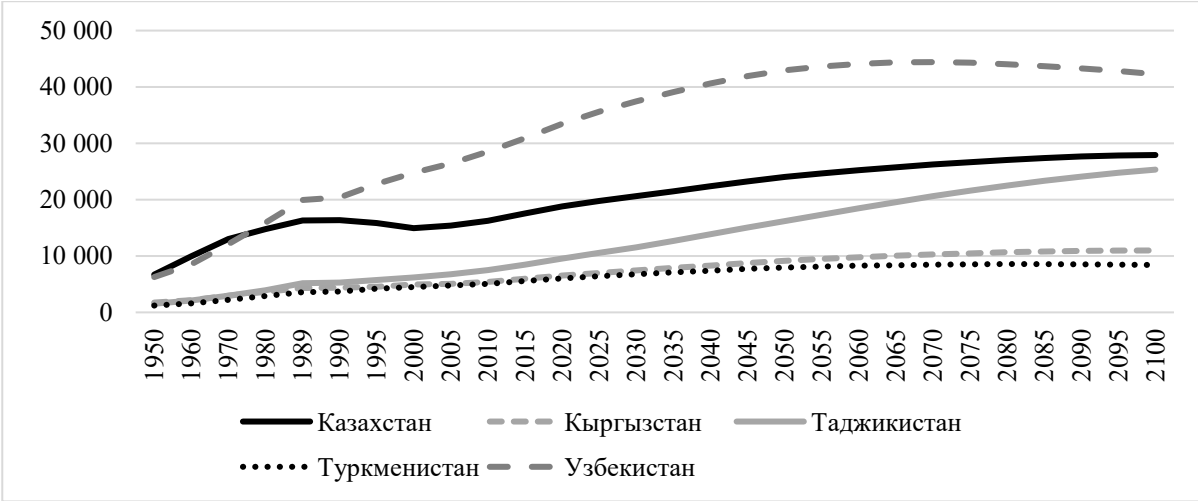


Рисунок 3. Изменение численности населения стран Центральной Азии с прогнозом до 2100 г. (составлено автором по данным WDI 2022).

Демографические и социально-политические факторы определяют положение на рынках труда. По сравнению с девяностыми годами уровень безработицы снижался, но на фоне роста численности населения снижался и уровень участия населения в рабочей силе *(рисунок 4)*. Особенно это касалось женщин, доля которых в миграционном потоке последние годы быстро нарастает. Многие просто отчаялись найти работу, поскольку живут в сёлах, где нет альтернативы сельскохозяйственной занятости. Часть работает в нетоварном сельском хозяйстве, главная цель которого – самообеспечение семьи. Сопоставление региональных данных показывает, что имеется связь между уровнем участия в рабочей силе и уровнем урбанизации. Так, в Кыргызстане наименьший уровень участия в рабочей силе (57%) наблюдается в сельской Чуйской области, где уровень урбанизации около 18%. Такая же ситуация наблюдается в Нарынской области, где 85% населения живёт в селах, а уровень участия в рабочей силе – 52%. В городе Бишкеке, где всё население городское, уровень участия в рабочей силе достигает 67%. Широко распространена неформальная занятость, сезонная и частичная занятость, что затрудняет понимание общей картины.

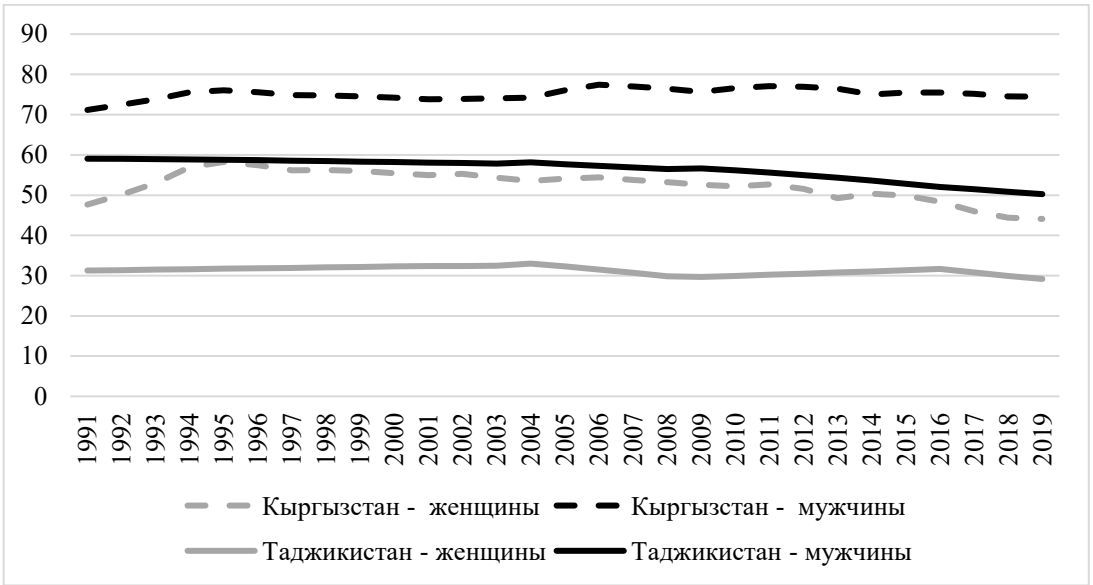


Рисунок 4. Уровень участия населения Таджикистана и Кыргызстана в рабочей силе по полу, % от всего населения от 15 лет (составлено автором на основе оценок и моделей МОТ).

Существенные различия в уровне заработных плат между Россией и Казахстаном, с одной стороны, и Киргизией, и Таджикистаном, с другой, определяют основную причину миграции *(рисунок 5)*. Этот разрыв велик даже при сопоставлении доходов в сельскохозяйственном секторе в странах отъезда мигрантов и доходами в нефтяном, промышленном и сервисном секторах стран-реципиентов.

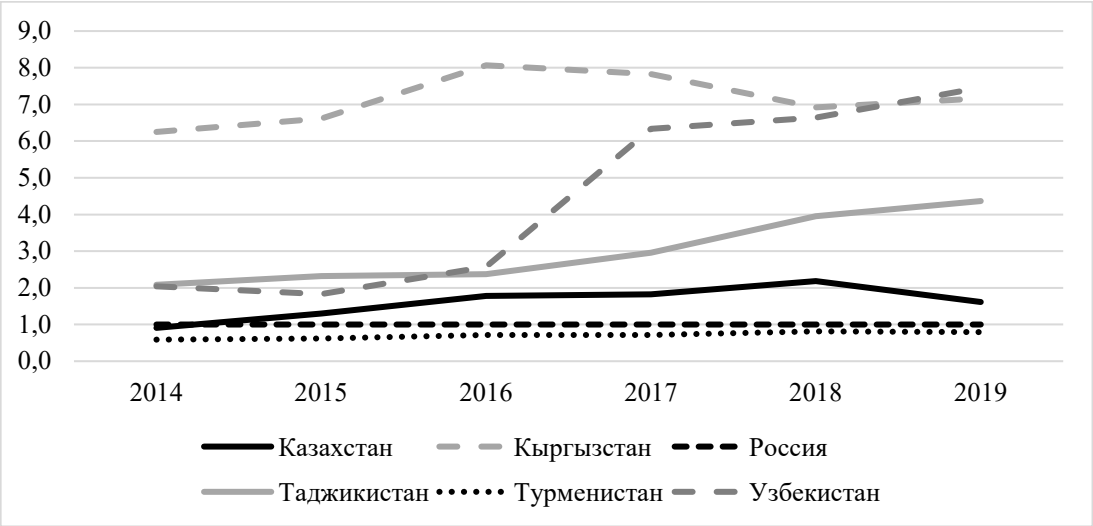


Рисунок 5. Разрыв в минимальной заработной плате между Россией и странами Центральной Азии, раз (составлено автором по данным CIS Stat).

Многочисленные интервью и анкетные данные также подтверждают, что ведущую в принятии решения о переезде играют социально-экономические факторы:

«…в месяц наши мигранты в России получают 70- 80 тысяч рублей. Это примерно 15 тысяч сомони. А в то же время с одного гектара здесь он получает всего 15 тысяч сомони за 7-8 месяцев труда» Председатель дехканского хозяйства, 40 лет, мужчина, Таджикистан, Гиссарский район)

Связь миграций и деградации земель. Несмотря на то, что приведенный выше анализ и предыдущие исследования [8-11] демонстрируют ведущую роль социально-политических, демографических и социально-экономических факторов, можно говорить о существовании связи между деградацией земель и миграцией.

Во-первых, наиболее ярко эта связь проявляется на локальном уровне, поскольку конкретный социально-экономический, природный и географический контекст позволяет более точно разобраться в причинах решения о совершении рабочей миграции или переезде на постоянное место жительства. В зависимости от рельефа, абсолютной высоты, экспозиции склонов, и других геофизических причин меняется обеспеченность населения земельными и водными ресурсами, плодородие почв, характер антропогенного влияния на среду и т.п. Так, в верхнем поясе горных районов Кыргызстана (по данным интервью в Баткенской и Нарынской областях) мелким крестьянским хозяйствам трудно поддерживать созданную ещё в советское время инфраструктуру (загоны, кошары, поилки и пр.), не хватает ресурсов для кооперации, отсутствует надежное транспортное сообщение для вывоза произведенной продукции на внутренний рынок страны. Конкуренция за «лучшие земли» в условиях деградации земель, отсутствие альтернативной сельскому хозяйству занятости приводит к значительному оттоку населения. На Севере, в Иссык-Кульской области респонденты жалуются на рост засушливости климата, деградацию орошаемых земель вследствие разрушения созданной ещё в советское время инфраструктуры, рост поголовья скота и, как следствие, перевыпас.

Важную роль играют и экономико-географические факторы – близость крупных городов (рынки сбыта, рынки труда), транспортная и социальная обеспеченность территории. Так, респонденты в Кыргызстане свидетельствовали, что сравнительная близость их хозяйств к рынку сбыта в Бишкеке способствует специализации на производстве яблок, смородины, малины и свежих овощей. В селениях, приближенных к Иссык-Кулю, миграция сдерживается наличием рабочих мест в сфере обслуживания туристического потока, в т.ч. в санаториях, розничной торговле, ремесленном производстве сувениров и др.

Региональные данные также в целом косвенно свидетельствуют о связи между деградацией земель и миграцией населения. Перенаселённые сельские районы и регионы стран Центральной Азии обеспечивают основной прирост населения, а также основную часть потока внутренней и внешней миграции. Так, в Кыргызстане в 2020 г. сельские районы обеспечивали 65,8% общего прироста населения, а наиболее перенаселенные южные Баткенская, Ошская и Джалал-Абадская область дали чуть больше половины общего прироста населения Кыргызстана и львиную долю миграционного потока во внутренней и внешней миграции. В Таджикистане сельские районы наиболее быстро растущей Хатлонской области давали до 90% прироста её населения. В целом же сельские районы страны давали до 74% прироста населения и вносили основной вклад во внешние миграционные потоки.

Во-вторых, отток населения позволяет снять часть нагрузки с земли и позволяет уменьшить деградацию земель. Интервью с руководителями сельскохозяйственных предприятий и дехканских хозяйстве в Кыргызстане, Узбекистане и Таджикистане позволили сделать предположение о том, что в перенаселенных сельских районах, являющихся местом исхода основной части мигрантов, формируется своего рода «порочный круг»: постоянный прирост населения создаёт давление на природную среду, что становится фактором деградации земель, и приводит к еще большей их эксплуатации. Сокращение и деградация ресурсов, необходимых для самообеспечения домохозяйстве, ведёт к миграционному оттоку, что, в свою очередь снижает нагрузку на землю. Кроме того, перечисления мигрантов значительно увеличивают располагаемые доходы домохозяйств, снижают уровень бедности.

Согласно данным статистики перечисления мигрантов играют важную роль в хозяйстве стран Центральной Азии с трудоэкспортной моделью экономики. В Таджикистане их доля в ВВП колебалась в последние десятилетия в пределах от 44 до 49%, в Кыргызстане – от 25 до 33%. В сельской экономике, где число мест приложений труда за пределами сельской занятости ограничено, роль перечислений в сельском хозяйстве как правило ещё выше.

Выдвинутая вначале исследования гипотеза о том, что перечисления мигрантов могут стать фактором модернизации сельского хозяйства, внедрения современных технологий устойчивого землепользования не нашла своего подтверждения. Анкетный опрос в Таджикистане, Узбекистане и Кыргызстане показал, что большая часть средств тратится на поддержку и расширение текущего потребления и практически не трансформируется в долговременные накопления, а также инвестиции в сельское хозяйство.

«Деньги в основном идут на покрытие долгов, кредитов, покупку нужных вещей, скота, машины. А положение подсобного хозяйства улучшается только если кто-то очень экономит, расходы контролирует» (Жылдызбек, фермер, 52 г., мужчина, Кыргызстан, Нарынская область).

В Таджикистане, согласно анкетам, денежные переводы способствовали развитию малого бизнеса и предпринимательства: родственники мигрантов использовали денежные перечисления как первоначальный капитал для открытия собственного дела – кафе, магазина или пекарни.

В-третьих, международная миграция способствует развитию собственных центров конечного потребления, что оказывает влияние на практики землепользования, а также внутренние миграционные потоки. Денежные переводы стимулируют совокупный спрос, увеличивают потребление и, как следствие, ускоряют экономический рост прежде всего в крупнейших городах. Именно там наблюдается бурное развитие оптовой и розничной торговли, общественного питания, финансового посредничества. В реальном секторе экономики наибольшие стимулы получают отрасли пищевой и лёгкой промышленности, строительство. Небольшое число наиболее значимых центров становится всё более важными центрами конечного спроса и альтернативной занятости для окружающих сельских районов. В непосредственной близости от них появляются условия для развития товарного сельского хозяйства и внедрения практик устойчивого землепользования. Столицы становятся важными центрами экспорта сельскохозяйственной продукции на российский ранок.

С другой стороны, повышение плотности населения в пригородной зоне также приводит к усилению давления на окружающую среду, обостряет конкуренцию за ограниченные земельные ресурсы, что превращает городские агломерации в новые «горячие точки» деградации земель. Кроме того, столицы и крупные города являются не только центрами притяжения внутренних мигрантов, но и своего рода трамплинами для миграции в Россию, Казахстан и другие зарубежные страны.

Заключение. Перспективы и ограничения будущих исследований. Несмотря на усиление в последние годы процесса деградации земель, ведущая роль в формировании мощных миграционных потоков остается за демографическими, экономическими и социально-политическими факторами. Установить прямую зависимость миграции от деградации земель и изменения климата не представляется возможным. Проведенные интервью показали, что изменения окружающей среды могут способствовать усилению миграцией в том случае, если эти изменения воздействуют на источники средств к существованию домохозяйств (к аналогичным выводам приходят и исследователи на других кейсах [14]). Поскольку решение о смене места жительства или совершении рабочей миграции всегда проявляется субъективно и в определённом социально-экономическом, природном и территориальном контексте, эта связь лучше всего прослеживается на локальном уровне. В то же время многообразие этих контекстов затрудняет измерения, а также обобщение и сопоставление данных. Трудность представляет также переход от локальных наблюдений и выводов к выявлению и обобщению закономерностей на региональном уровне. Нехватка, несопоставимость и ненадежность статистических данных, что препятствием для понимания картины миграционных потоков даже на уровне отдельных стран.

Взаимосвязь между деградацией земель и миграцией требует дальнейшего изучения. Исследование показало, что, с одной стороны, отток «избыточного» населения позволяет снизить нагрузку на сельскохозяйственные земли, но, с другой, в районах притока мигрантов появляются новые «горячие точки» деградации земель. В практическом отношении перспективным представляется изучение условий, при котором перечисления мигрантов могли бы трансформироваться в инвестиции в практики устойчивого землепользования. Не менее важно понять, не создаст ли внедрение этих практик и общая интенсификация сельского хозяйства новый «демографический навес» из потенциальных мигрантов.

Публикация подготовлена на средства Госзадания Института географии РАН АААА-А19-119022190170-1.

Список литературы

1. Mcauliffe, M. Triandafyllidou A. (eds.) World Migration Report 2022, Geneva: IOM, 2021. 556 p.

2. Ionesco D., Mokhnacheva D., Gemenne F. The Atlas of Environmental Migration Routledge, 2017.

3. Hermans, K., Müller, D., O'Byrne, D. et al. Land degradation and migration // Nat. Sustain. 2023. No 6. P. 1503-1505. DOI: 10.1038/s41893-023-01231-4.

4. Afifi, T., R. Govil, P. Sakdapolrak and K. Warner Climate Change, Vulnerability and Human Mobility. Perspectives of Refugees from the East and Horn of Africa. Bonn: United Nations University, Institute for Environment and Human Security, 2012. 148 p.

5. Brzoska, M. and C. Fröhlich d C. Fröhlich Climate change, migration and violent conflict: Vulnerabilities, pathways and adaptation strategies // Migration and Development. 2016. No 5(2). P.190-210.

6. Behrooz Hassani-Mahmooei and Brett W. Parris. Climate change and internal migration patterns in Bangladesh: an agent-based model // Environment and Development Economics. 2012. No 17(6). P. 763-780.

7. Feng S., Krueger A., Oppenheimer M. Linkages among climate change, crop yields and Mexico–US cross-border migration // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2010. No 107(32) P. 14257-14262.

8. Denisenko M., Strozza S., Light M. (eds). Migration from the Newly Independent States. Societies and Political Orders in Transition. Springer, Cham. 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-36075-7_1.

9. Глазовский Н.Ф., Кудинова Н.В., Одинокова Л.Ю., Стрелецкий В.Н., Шестаков А.С. Миграции населения в странах СНГ, связанные с опустыниванием и засухой. ЮНЕП, 2000, 112 с.

10. Олимова С., Олимов М. и др. Деградация окружающей среды, миграция, внутреннее переселение и уязвимость сельского населения в Республике Таджикистан. Душанбе: МОМ, 2012. 54 с.

11. Filčák R. Environmental Change and Forced Migration: Drivers and Trends in the Ferghana Valley of Central Asia. // Migration: Practices, Challenges and Impact. 2013. P. 35-57.

12. Андреева О., Себенцов А., Куст Г., Колосов В. Взаимосвязь деградации земель, изменения климата и миграции в Центральной Азии. Бонн: КБО ООН, 2022. 42 с.

13. Трансформация моделей экономики в странах постсоциалистического мира: Монография / Отв. ред. М.О. Тураева, Л.Б. Вардомский. М.: ИЭ РАН, 2020. 192 с.

14. Hugo, G. Migration, Development and Environment Migration Research Series. Geneva: IOM, 2008. 65 p. DOI: https://doi.org/10.18356/7722fb75-en.

УДК910.3: 504.062
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1207-1214

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В БАССЕЙНЕ Р. ЧУМЫШ

PROBLEMS OF WATER RESOURCES MANAGEMENT IN THE CHUMYSH RIVER BASIN

Седова Е.Ю.
Sedova E.Yu.

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия
Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia

E-mail: zhenya_sedova@mail.ru

Аннотация. В статье представлен результат оценки совокупной антропогенной нагрузки для дальнейшей корректировки процессов управления водными ресурсами как на уровне отдельных муниципалитетов рассматриваемых субъектов федерации, так и в бассейне в целом.

Полученные результаты оценки совокупной антропогенной нагрузки, проведенное ранжирование территории по степени хозяйственного воздействия позволяют выявить проблемы использования водных ресурсов, оценить перспективу развития территории и разработать ряд мероприятий, реализация которых создаст условия для устойчивого развития исследуемой территории.

Ключевые слова: *у*правление водными ресурсами, речной бассейн, антропогенная нагрузка, р. Чумыш.

Abstract. The paper presents the result of an assessment of the total anthropogenic load for further adjustment of water resources management processes both at the level of individual municipalities of the subjects of the federation under consideration and in the basin as a whole.

The obtained results of the assessment of the total anthropogenic load, the conducted ranking of the territory according to the degree of economic impact make it possible to identify problems of water resources use, assess the prospects for the development of the territory and develop a number of measures, the implementation of which will create conditions for the sustainable development of the studied territory.

Key words: water resources management, river basin, anthropogenic load, R. Chumysh.

Введение. Согласно Стратегии национальной безопасности РФ [1], одной из приоритетных задач для достижения целей устойчивого развития страны является улучшение водохозяйственной и водно-экологической ситуации в регионах, предотвращение загрязнения поверхностных и подземных вод. Повышенная антропогенная нагрузка в бассейнах рек, негативное изменение качества воды в водных объектах могут служить ограничивающими факторами для достижения поставленной цели. Одной из причин происходящих процессов является отсутствие единой экологической политики, спорадическое и несогласованное нормотворчество в сфере природопользования в пределах одного речного бассейна.

Наиболее остро эти проблемы проявляются в речных бассейнах, которые расположены в пределах нескольких регионов. Несогласованность управленческих решений между субъектами приводит к нерациональному использованию водных ресурсов, что зачастую ухудшает состояние бассейна в целом. Таким примером является бассейн р. Чумыш, который расположен в пределах трех субъектов Российской Федерации – Кемеровской, Новосибирской областей и Алтайского края.

Решение проблем управления и использования водных ресурсов в бассейне р. Чумыш предлагается в несколько этапов: 1) изучение геоэкологических условий функционирования территории; 2) анализ современного водопользования; 3) оценка антропогенной нагрузки на водосбор и водотоки. Проведенный анализ современного состояния бассейна, оценка воздействия позволит определить конфликты интересов между субъектами и предложить ряд мероприятий, реализация которых создаст условия для устойчивого развития исследуемой территории.

Материалы и методы. Объект исследования – бассейн р. Чумыш расположен в пределах Салаирского кряжа и Бийско-Чумышской возвышенности. Главной рекой является Чумыш – правый приток р. Обь. Длина водотока составляет 644 км, площадь его водосбора – 23 400 км². Доли субъектов в общей площади бассейна распределились следующим образом: Алтайский край – 79%, Кемеровская область – 14%, Новосибирская область – 7%.

Для бассейна характерно большое разнообразие ландшафтов – лесостепные и степные участки в западной части сменяются горнотаежными ландшафтами на востоке [2], где в Кемеровской области развита добывающая промышленность. Для лесостепных и степных участков территорий Алтайского края и Новосибирской области освоение имеет преимущественно аграрную направленность.

Исток Чумыша расположен в Кемеровской области, здесь река образуется путем слияния Кара-Чумыша и Томь-Чумыша. Существенным фактом антропогенного преобразования бассейна является создание в истоках реки Кара-Чумышского водохранилища для хозяйственно-питьевых целей гг. Прокопьевска и Кисилевска. Для обеспечения населения питьевой водой в 2021 г. забрано почти 45 млн м³/год. Сброс сточных вод в бассейн р. Чумыш составляет порядка 16 млн м³/год, остальная часть сбрасывается в бассейн р. Томь.

Далее Чумыш пересекает границу Алтайского края. Здесь расположены аграрно развитые сельские территории, где ведущими отраслями хозяйства являются полеводство, свиноводство, птицеводство. Объем забранных и сброшенных вод в 2021 г. составил свыше 18 млн м³/год и около 4 млн м³/год соответственно.

В Новосибирской области объемы водопотребления и водоотведения незначительны и составляют 1-1,5 млн м³/год.

Бассейн р. Чумыш, согласно водохозяйственному районированию РФ, представляет собой единый водохозяйственный участок (ВХУ), в пределах которого водопотребление составляет 50-60 млн м³/год. Из поверхностных источников используется 80-85% от общего объема забранных вод, остальная часть из подземных источников. Вода используется на хозяйственно-питьевые и производственные нужды – 81 и 18% соответственно. Потери при транспортировке составляют 5-6%. Доля оборотного и повторно-последовательного водоснабжения высока и достигает 90-95% от объема использованных в производственных целях вод.

Следует отметить, что расчеты прямой нагрузки на водные ресурсы в виде изъятия и сброса воды, не отражают реальной ситуации на водосборе, так как остаются неучтенными источники диффузного стока, которые оказывают большое влияние на речные бассейны. Этот факт подтверждается данными Росгидромета [3-7], в соответствии с которыми водный объект остается в неудовлетворительном состоянии при том, что за последние пять лет в бассейне происходит сокращение объемов сброса сточных вод.

На р. Чумыш расположено два створа гидрохимического контроля за речной водой – в г. Заринск (среднее течение реки) и в р.п. Тальменка (устье реки) Алтайского края. По данным за 2017-2021 гг. класс качества речной воды по величине удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) определяется как «очень загрязненная» (3Б) и «грязная» (4А) *(рисунок 1)*. Наряду с основными загрязняющими веществами (фенолы летучие, нефтепродукты, железо общее), значительная доля в загрязнении водного объекта принадлежит периодическому превышению таких показателей, как легкоокисляемые органические соединения, азот аммонийный, азот нитритный, медь. Так, например, превышение по $БПК_5$ в 2019-2021 годах составило 2,1-2,4 ПДК, что может являться следствием сельскохозяйственного освоения территории и поступлением легкоокисляемой органики с водосбора.

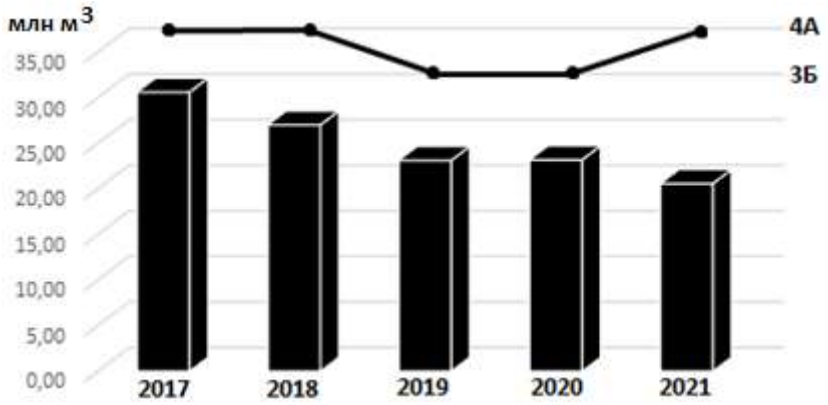


Рисунок 1. Динамика сброса воды *(столбчатая диаграмма, млн м³)* и качества воды в бассейне р. Чумыш *(линейная диаграмма класс качества воды по УКИЗВ в створе Тальменка)*.

Таким образом, с учетом предыдущего опыта [8-9], для анализа современного состояния бассейна проведена оценка антропогенного воздействия на водосбор.

Для оценки антропогенной нагрузки, которая определялась с помощью методики пространственного анализа прямых (сосредоточенных или организованных) и косвенных (площадных или рассредоточенных) воздействий на водные объекты и их водосборные территории, использованы соответствующие группы показателей. Методика позволяет выполнить сравнительную оценку вклада прямых (организованных) и косвенных (опосредованных) нагрузок [10].

Прямые воздействия на водные объекты определялись средними объемами изъятия речного стока и сброса сточных вод за период 2017-2021 гг. Косвенные воздействия рассчитаны с помощью показателей демографического, промышленного, сельскохозяйственного и транспортного развития муниципальных образований, расположенных в пределах речного бассейна *(таблица 1).*

Таблица 1

Группы показателей для определения косвенного антропогенного воздействия

Группа показателей	Основной показатель	Усугубляющий показатель
Демографическая	Плотность населения, чел/ км²	Доля городского населения, %
Сельскохозяйственная	Площадь распаханной территории, га	Количество внесенных минеральных удобрений на единицу распаханной территории, кг/га
Промышленная	Выброс загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников, тыс. тонн	Плотность стационарных источников загрязнения, шт./км²
Транспортная	Плотность автомобильных дорог, км/км²	Плотность дорог с твердым покрытием, км/км²

Для того чтобы оценить долю определенного фактора в совокупной нагрузке, а также проиллюстрировать вклад отдельного региона в общую величину антропогенных воздействий в речном бассейне, в каждой категории параметров косвенного воздействия выделены основные и усугубляющие показатели.

Для сопоставимости неоднородных показателей, имеющих выражение в разных единицах измерений, был применен метод нормирования, который позволил представить и отобразить их в безразмерном виде [11]:

$$x_i^j = \frac{x_i^j - x_{min}^j}{x_{max}^j - x_{min}^j},$$

где, X_{min} и X_{max} – минимальные и максимальные значения показателя, j и i – индексы показателя муниципального образования [15].

Итоговая совокупная антропогенная нагрузка рассчитывалась масштабированием суммы индексов по каждому муниципальному району.

В качестве исходной информации для оценки нагрузки послужили данные государственной статистической отчетности по формам Росстата (данные муниципальной статистики) и Росводресурсов (форма 2ТП-водхоз). Исходная водохозяйственная информация получена, в том числе на основе материалов, предоставляемых крупными водопользователями, включающая в себя показатели забора и использования водных ресурсов.

На основе выполненных расчетов проведено ранжирование территории по степени антропогенной нагрузки. Выполненная работа позволяет выявить конфликты интересов между субъектами, что открывает возможности дальнейшей корректировки процессов управления водными ресурсов как на уровне отдельных муниципалитетов, так и в бассейне в целом.

Результаты и обсуждение. В результате расчетов антропогенного воздействия территория бассейна дифференцирована по уровню антропогенной нагрузки *(таблица 2).*

Таблица 2

Оценка косвенных антропогенных воздействий в бассейне р. Чумыш

Муниципальное образование (МО)	Индекс промышленной нагрузки	Индекс транспортной нагрузки	Индекс сельскохозяйственной нагрузки	Индекс демографической нагрузки	Индекс совокупной нагрузки	Шкала интенсивности антропогенных воздействий
Солтонский	0,0	0,2	0,0	0	0,03	очень низкая менее 0,1
Шелаболихинский	0,1	0,2	0,0	0	0,10	низкая 0,11-0,2
Таштагольский	0,1	0,3	0,0	0,00	0,11	
Маслянинский	0,1	0,3	0,0	0,00	0,11	
Троицкий	0,0	0,4	0,0	0,00	0,13	
Ельцовский	0,0	0,4	0,1	0,01	0,15	
Беловский	0,2	0,4	0,0	0,00	0,17	
Залесовский	0,0	0,4	0,2	0,02	0,19	
Гурьевский	0,7	0,0	0,0	0,00	0,23	пониженная 0,21-0,3
Новокузнецкий	0,5	0,2	0,1	0,01	0,28	
Тогульский	0,1	0,4	0,5	0,02	0,33	средняя 0,31-0,5
Косихинский	0,0	1,0	0,0	0	0,33	
Павловский	0,2	0,9	0,0	0	0,35	
Первомайский	0,2	0,6	0,4	0,02	0,38	
Кытмановский	0,1	0,3	0,9	0,02	0,44	
Тальменский	0,1	0,8	0,5	0,07	0,51	повышенная 0,51-0,7
Целинный	0,2	0,6	1,0	0,02	0,63	
Черепановский	0,6	0,4	0,6	0,51	0,74	высокая 0,71-0,9
Заринский	0,6	0,4	0,7	0,50	0,76	
Прокопьевский	1,0	0,6	0,2	1,00	1,01	очень высокая более 0,91

По показателям косвенных воздействий очень высокая нагрузка у Прокопьевского района Кемеровской области. Общая численность населения в 2021 г. составила 120 тыс. чел., средняя плотность населения – 83 чел/км², что соответствует высокому уровню воздействия. Доля городского населения составляет 91%. Территория заселена неравномерно, наибольшая плотность населения отмечается в границах г. Прокопьевск и прилегающей к нему территории. Для Прокопьевского района характерна высокая промышленная нагрузка (80 тыс. руб/км²) за счет интенсивно развивающейся угольной и машиностроительной отрасли.

Высокая нагрузка на водосбор отмечается в Черепановском районе Новосибирской области и в Заринском районе Алтайского края: в них в равной степени сочетаются как показатели демографического, промышленного освоения, так и сельскохозяйственного и транспортного развития. Плотность населения в Черепановском районе составила 24 чел/км², в Заринском районе – 12 чел/км², доля городского населения составляет 68% и 79% соответственно. В границах Черепановского района развит машиностроительный комплекс и производство стройматериалов. В г. Заринск промышленный комплекс представлен коксохимическим заводом ОАО «Алтай-Кокс», на территории района функционируют предприятия по переработке сельскохозяйственного сырья, лесоперерабатывающие предприятия, цементный завод (с. Голуха).

Повышенная нагрузка наблюдается в районах Алтайского края: в Тальменском и Целинном. Тальменский район выделяется высокими транспортными показателями, Целинный район отличается сельскохозяйственным освоением, в частности значительной долей распаханных земель. В целом, по бассейну, доля распаханности составляет 9%, соотношение распаханной территории к общей площади Целинного района составляет 43%, количество внесенных минеральных удобрений составляет 30,1 кг/га. Тальменском районе плотность автодорог местного значения составляет 0,47 км/км², что соответствует самому высокому показателю в бассейне.

Группа районов средней нагрузки представлена Тогульским, Косихинским, Павловским, Первомайским, Кытмановским районами Алтайского края. В целом районы характеризуются высокой степенью развития сельскохозяйственной отрасли, отличаются высокими показателями по транспортному освоению. Отмечается высокая доля распаханности в Кытмановском (33 %) и Первомайском районах (25%). В среднем, по участку, плотность автомобильных дорог составляет 0,21 км/км².

Пониженная нагрузка характерная для таких районов, как Гурьевский и Новокузнецкий в Кемеровской области. Здесь получила развитие только промышленная отрасль, другие показатели антропогенной нагрузки минимальны.

Низкая нагрузка наблюдается в Шелаболихинском, Таштагольском, Маслянинском, Троицком, Ельцовской, Беловском, Залесовском районах. Очень низкая нагрузка в Солтонском районе. Некоторым из них присвоена низкая и очень низкая интенсивность антропогенных воздействий ввиду того, что оценке подлежали малоосвоенные участки МО *(рисунок 2)*.

По показателям прямого воздействия в среднем за период 2017-2021 гг. общий забор воды в бассейне р. Чумыш составил около 33 млн м³/год. Наибольшая доля водозабора приурочена к Прокопьевскому району, в частности к г. Прокопьевску – центру добывающей промышленности, которая составила 16,4 млн м³/год. По этому показателю выделяются Заринский район, с объемом забора воды 10 млн м³/год и Новокузнецкий район с общим водозабором 4,5 млн м³/год. Доля поверхностного водоснабжения от общего водозабора составляет 49%, с максимальными показателями в 2022 г. в Прокопьевском районе – 15 млн м³ и Новокузнецком районе – 7 млн м³. Сброс сточных вод в бассейне за период 2017-2022 гг. составил 33,37 млн м³/год с наибольшим значением у Прокопьевского района 14, 9 млн м³/год (47% от общей суммы), несмотря на незначительную площадь в бассейне.

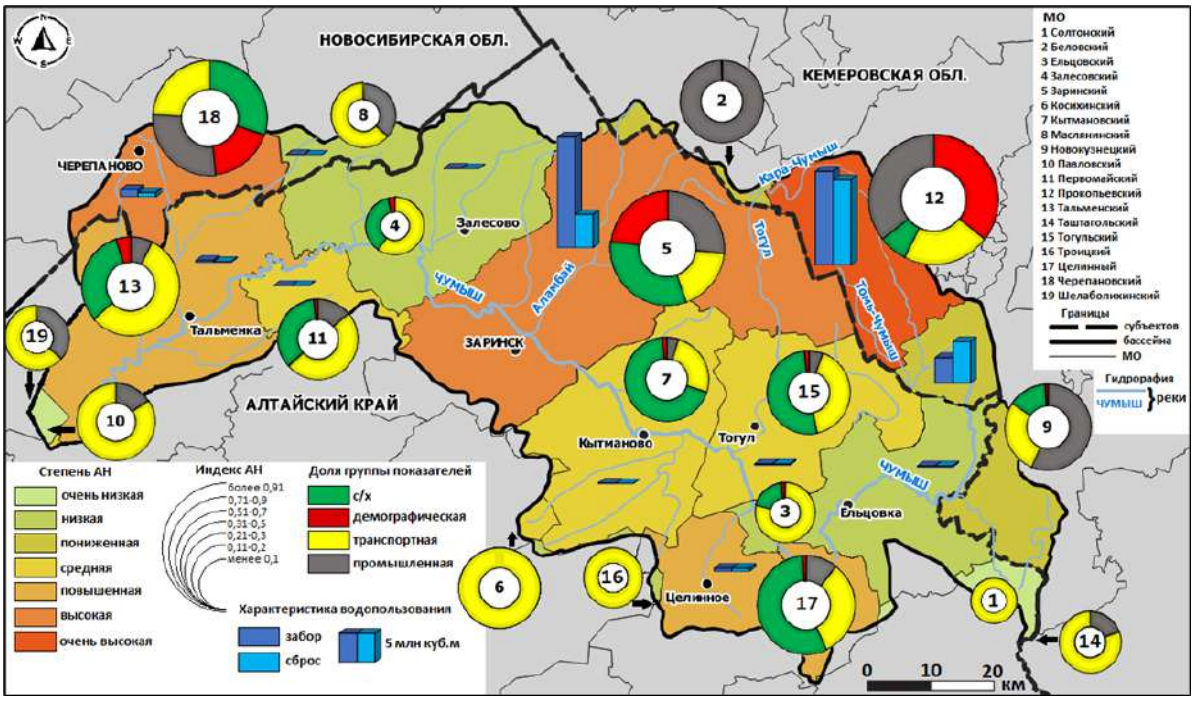


Рисунок 2. Ранжирование территории бассейна р. Чумыш по совокупной антропогенной нагрузке.

В региональном разрезе, наибольший вклад в прямую антропогенную нагрузку в бассейне р. Чумыш вносит Кемеровская область. Показатель сброса сосредоточенных промышленных и коммунально-бытовых стоков составил 67% от общего сброса по бассейну. Здесь же отмечается максимум изъятия водных ресурсов – 62%. Остальная доля прямых воздействий приурочена к территории Новосибирской области.

По косвенным воздействиям вклад каждого из субъектов распределился следующим способом: Алтайский край – 70%, Кемеровская область – 25%, Новосибирская область – 5%.

В целом результаты проведенного пространственного анализа представляют возможность дальнейшей корректировки процессов управления водными ресурсами как на

уровне отдельных муниципалитетов рассматриваемых субъектов федерации, так и в бассейне в целом. Например, становится очевидным необходимость сотрудничества на уровне субъектов при разработке программ природо- и водоохранных мероприятий в речном бассейне р. Чумыш, что еще раз подчеркивает актуальность межрегионального аспекта проблем управления водными ресурсами в Российской Федерации.

Выполнив оценку антропогенной нагрузки на водосбор, можно прийти к выводу о необходимости разработки концептуальной региональной модели управления с учетом специфики трансграничного бассейна межрегионального уровня. На исследуемой территории актуальной проблемой является несогласованное управление водными ресурсами в административных границах, которое приводит ухудшению экологической ситуации. В бассейне присутствует «местнический эгоизм», когда не учитываются интересы других районов в водопользовании.

Таким образом, создание эффективной системы управления водными ресурсами в пределах бассейна должно быть нацелено на:

1. Обеспечение комплексного управления водными ресурсами в пределах бассейна, гласности и публичности принятия управленческих решений, вовлечение в обсуждение проблем всех заинтересованных сторон.

Реализация этого пункта может базироваться на создании региональных бассейновых программ водохозяйственной деятельности на основе стратегий социально-экономического развития районов. Также для принятия совместных решений по использованию водных ресурсов предлагается создание «консультативного совета», состоящего из заинтересованных лиц, вовлеченных в прямое или косвенное использование водных ресурсов в бассейне.

2. Развитие системы государственного мониторинга водных объектов (р. Чумыш) для оценки эффективности проводимых природоохранных мероприятий в бассейне и достижения целевых показателей качества вод.

В настоящее время, здесь функционируют два гидрологических поста, которые находятся в среднем и нижнем течении р. Чумыш, по показателям которых река является загрязненной (г. Заринск) и грязной (р.п. Тальменка). Необходимо создание дополнительных гидрологических постов, в частности в верхнем течении для возможности анализа изменений качества воды на протяжении всего водотока. Финансирование возможно за счет ресурсов частных компаний и производственных лабораторий.

3. Создание «прозрачной» схемы подачи отчетности по использованию водных ресурсов, контроль за достоверностью предоставляемых данных. Это позволит иметь аналитическую информацию высокого качества о водных ресурсах в бассейне, что улучшит мониторинг и создаст условия для разработки рекомендаций по улучшению водохозяйственной обстановки в бассейне.

Для достижения удовлетворительной водохозяйственной обстановки в бассейне предлагаются следующие мероприятия *(таблица 3)*.

Таблица 3

Мероприятия по решению водохозяйственных проблем в бассейне р. Чумыш

№ п/п	Наименование мероприятия	Ожидаемый результат	Целевой показатель
1	Разработка единого Бассейнового плана работ между региональными органами исполнительной власти для реализации принципа управления в пределах бассейна	Оптимизация и контроль водопользования между субъектами	Межрегиональное соглашение трех субъектов РФ
2	Создание органа самоуправления, состоящего из заинтересованных лиц (водопользователей) для принятия совместных управленческих решений	Учет интересов водопотребителей	Совет водопользователей
3	Разработка и принятие отдельных региональных нормативных актов, регулирующих порядок мониторинга за водными объектами в бассейне	Правовое регулирование, контроль за осуществлением мониторинга водных объектов в бассейне	Инструкции, Положение о мониторинге водного объекта

№ п/п	Наименование мероприятия	Ожидаемый результат	Целевой показатель
4	Расширение и восстановление государственной наблюдательной сети, организация пунктов гидрохимических наблюдений, организация или возобновление наблюдений частными компаниями и производственными лабораториями	Повышение достоверности информации о состоянии водного объекта, оценка и прогнозирование его состояния, обеспечение управленческих решений для заинтересованных лиц	Дополнительные автоматизированные пункты наблюдения на р. Чумыш и ее притоках
5	Установление автоматизированных систем контроля качества воды в створах на границе субъектов (Кемеровская область и Алтайский край)	Обеспечение непрерывного наблюдения за качеством воды	Дополнительные системы контроля за качеством воды на р. Чумыш
6	Повышение уровня качества воды в водных объектах в бассейне р. Чумыш за счет мониторинга использования сельскохозяйственных угодий – площадей пашни, количества вносимых минеральных и органических удобрений; соблюдение норм внесения удобрений	Улучшение экологического и санитарного состояния водных объектов, сокращение диффузного загрязнения	Статистическое наблюдение по 3-5 показателям
7	Контроль органами исполнительной власти достоверности данных, подаваемых водопользователями в виде отчетности, создание, ГИС-системы речного бассейна	Оптимизация принимаемых управленческих решений на основе проверенной водохозяйственной ситуации в бассейне	Гис-система

Вывод. В рамках изучения геоэкологических условий функционирования бассейна, оценка совокупной антропогенной нагрузки позволяет установить интенсивность хозяйственного воздействия на водный объект и водосбор, далее ранжировать территорию по степени антропогенной нагрузки.

Полученные результаты дают возможность оптимизировать механизм управления водными ресурсами как на уровне отдельных муниципалитетов рассматриваемых субъектов федерации, так и в бассейне в целом. Полагаясь на них, можно сделать вывод, что для создания эффективной системы управления водными ресурсами в бассейне необходимо рассмотреть сотрудничество на уровне субъектов при разработке программ природо- и водоохранных мероприятий.

Предложенные мероприятия должны быть нацелены на обеспечение комплексного управления в пределах бассейна, гласности и публичности принятия управленческих решений, на развитие системы государственного мониторинга водных объектов, также на создание «прозрачной» схемы подачи отчетности по использованию водных ресурсов.

Список литературы

1. Указ Президента РФ от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» // СПС «Консультант Плюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/ (дата обращения: 09.01.2024).

2. Алтайский край: Атлас // Атлас Алтайского края. Т. 1. Барнаул, 1978. 151 с.

3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2017 г.». Барнаул, 2018. 150 с.

4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2018 г.». Барнаул, 2019. 194 с.

5. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2019 г.». Барнаул, 2020. 200 с.

6. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2020 г.». Барнаул, 2021. 168 с.

7. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2021 г.». Барнаул, 2022. 186 с.

8. Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Курепина Н.Ю., Головин А.В., Седова Е.Ю., Машкина О.В. Оценка антропогенной нагрузки на водные объекты бессточной области Обь-Иртышского междуречья // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2023. Т. 87. № 2. С. 264-279.

9. Седова Е.Ю., Рыбкина И.Д. Особенности использования водных ресурсов и оценка антропогенной нагрузки в бассейне р. Чумыш // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2018. № 6. С. 28-38.

10. Курганович Н.А., Шаликовский А.В. Оценка антропогенной нагрузки на водосборы рек Забайкальского края // Вестник ЗабГУ. 2014. № 10(113). С. 4-10.

11. Минуллина А.А., Мустакимова И.В., Мавляутдинова Г.С. Расчет различных показателей состояния бассейна малой реки (на примере реки Степной Зай) // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12. № 1(4). С. 963-966.

УДК 551.586
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1215-1221

БИОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПНЫХ РАЙОНОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

BIOCLIMATIC ASSESSMENT OF THE STEPPE REGIONS OF THE SARATOV REGION

Семенова Н.В.[1], Короткова Н.В.[2], Сорокина Е.П.[3]
Semenova N.V.[1], Korotkova N.V.[2], Sorokina E.P.[3]

[1,2,3]Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского (СГУ), Саратов, Россия
[1,2,3]Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky (SSU), Saratov, Russia

E-mail: [1]snv-71@mail.ru, [2]fonadia@yandex.ru, [3]lenochkasorokina.02@mail.ru

Аннотация. В статье приводится биоклиматическая оценка степных районов Саратовской области. Выполнены статистические расчеты биоклиматических индексов по 8 метеорологическим станциям за период 2011-2023 гг.

Саратовская область обладает достаточными природно-климатическими и лечебно-профилактическими ресурсами, несмотря на то, что около 80% территории расположено в зоне степей. Развитие области зависит от комфортных условий проживания и условий для отдыха, туризма и рекреации. Разработка мероприятий по оптимальному использованию естественных ресурсов предполагает количественную оценку биоклиматического потенциала. Уникальность климата Саратовской области определяется сменой трех природно-климатических зон, а также его особенность состоит в засушливости, высокой степени континентальности и большой изменчивости погоды от года к году.

В работе приведены биоклиматические индексы, которые наиболее часто используются при оценке городов, мест отдыха и туризма. Выявлены региональные пространственные особенности распределения основных климатических характеристик. Для оценки степени воздействия погоды на человека рассчитаны индексы эквивалентных температур (эквивалентная и эквивалентно-эффективная температуры) и биоклиматические индексы холодового дискомфорта (индекс суровости по Бодману и ветро-холодовый индекс Сайпла). Комплексный анализ позволил выявить наиболее благоприятные в климатическом отношении степные районы для развития лечебно-оздоровительного и рекреационного потенциала.

Ключевые слова: Саратовская область, степные районы, биоклиматический потенциал, индекс суровости, эффективные температуры.

Abstract. The article provides a bioclimatic assessment of the steppe regions of the Saratov region. Statistical calculations of bioclimatic indicators were carried out for 8 weather stations for the period 2011-2023.

The Saratov region has sufficient natural, climatic, treatment and preventive resources, despite the fact that about 80% of the territory is located in the steppe zone. The development of the region depends on comfortable living conditions and conditions for recreation, tourism and recreation. The development of measures for the optimal use of natural resources involves a quantitative assessment of bioclimatic potential. The uniqueness of the climate of the Saratov region is determined by the change of three natural climatic zones, and its peculiarity lies in aridity, a high degree of continentality and great weather variability from year to year.

The article presents bioclimatic indices that are most often used in assessing cities, recreation and tourism. Regional spatial features of the distribution of basic climatic characteristics have been identified. To assess the extent of human exposure to weather, equivalent temperature indices (equivalent and equivalent effective temperatures) and bioclimatic indices of cold discomfort (Bodman severity index and Siple wind-chill index) were calculated. A comprehensive analysis made it possible to identify the most climatically favorable steppe areas for the development of medical and recreational potential.

Key words: Saratov region, steppe regions, bioclimatic potential, severity index, effective temperatures.

Введение. Саратовская область расположена на крайнем юго-востоке Восточно-Европейской равнины. Важную роль в формировании ее природных ресурсов играет рельеф. По орографическим условиям область делится на приподнятое правобережье и низменное левобережье (Заволжье). Чередование возвышенностей и низменностей, долин рек и водоразделов приводит к отличиям во влаго- и теплообеспеченности, что в свою очередь сказывается на разнообразии ландшафтов [1].

Саратовская область находится в пяти геоморфологических провинциях. Для Правобережья это Приволжская возвышенность и юго-восточная часть Окско-Донской

низменности, для Левобережья – Низкая Сыртовая равнина с волжскими террасами, западные отроги Общего Сырта и северная часть Прикаспийской низменности [1, 2].

Главная особенность и уникальность Саратовской области состоит в том, что на ее территории, несмотря на небольшую протяженность с севера на юг (335 км) и с запада на восток (575 км), происходит смена трех природно-климатических зон: лесостепной, степной, и полупустынной. Стоит отметить, что около 80% территории области расположено в зоне степей. В пределах области выделены три степные подзоны: северная, типичная и сухая степь *(см. рисунок 1).* В настоящее время зональные степные ландшафты распаханы, но все-таки сохранились небольшие островки некогда обширных степных пространств [3].

Лесостепь занимает 29,1% от площади Саратовского Правобережья, северная степь – 39,6%, типичная степь – 13,4%, интразональные ландшафты рек – 17,9%. В Саратовском Заволжье на долю типичной степи приходится 45,2%, на южную степь – 28,8%, на полупустыню – 3,6%, на интразональные ландшафты рек – 22,4% [4].

Согласно агроклиматическому районированию Саратовская область разделена на три зоны: большая часть правобережья относится к слабозасушливой, территория Приволжской возвышенности – к засушливой и практически все левобережье – к очень засушливой зоне. При этом смена природных зон в области происходит в направлении с северо-запада на юго-восток: лесостепь → умеренно засушливая степь → засушливая степь → сухая степь → полупустыня [1].

Лесостепная зона простирается узкой полосой и захватывает северные и северо-западные районы Саратовской области. Для нее характерна соразмерность в количестве тепла и влаги. В свою очередь для территории степной зоны характерно отсутствие такой соразмерности [1].

Несмотря на засушливость территории, природные ресурсы области восхищают своей красотой, когда лесные пейзажи сменяются степью, а в южных районах переходят в полупустыню. Жемчужиной области является река Волга с ее песчаными пляжами, островами и протоками, а в некоторых местах бесконечными водными просторами, словно безбрежное море. Волга делит область на две части: восточную – Заволжье (Сыртовая равнина, северная часть Прикаспийской низменности) и западную (правобережную), занятую Приволжской возвышенностью и Окско-Донской равниной.

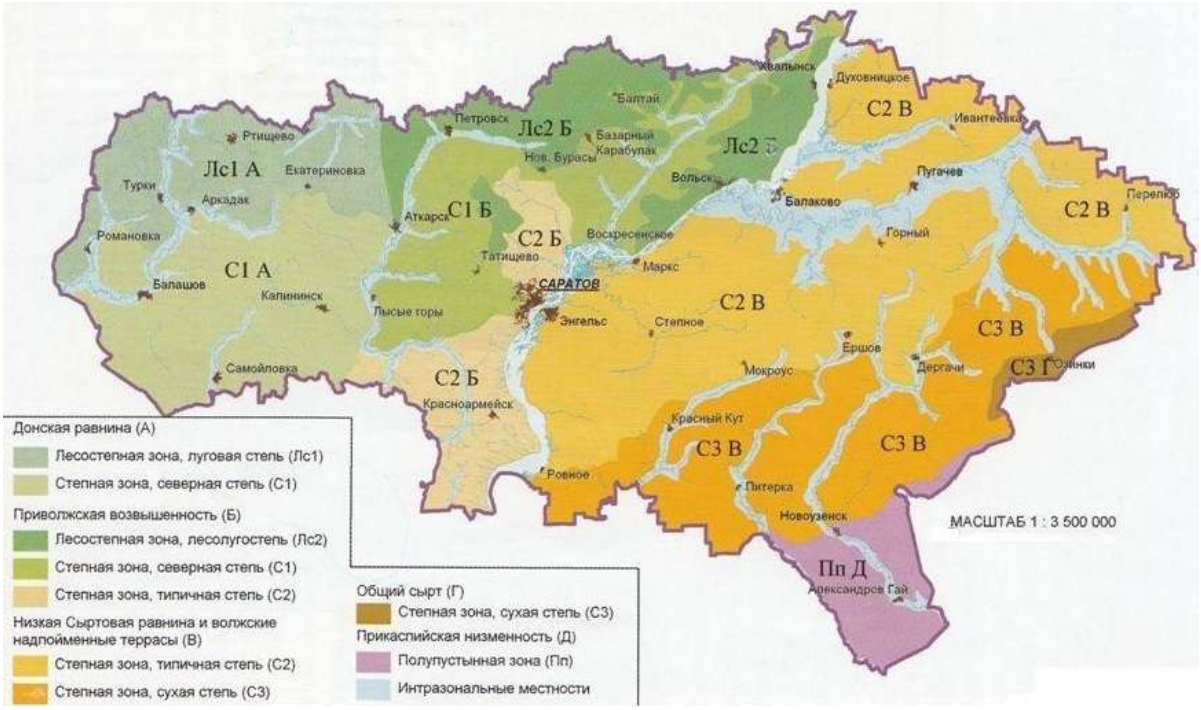


Рисунок 1. Природные зоны Саратовской области [4, 5].

Материалы и методы. Климатические условия Саратовской области, так же, как и ландшафтные, характеризуются своеобразием и уникальностью. Особенность состоит в его засушливости, высокой степени континентальности и большой изменчивости погоды от года к году. Для него характерна холодная малоснежная зима, короткая засушливая весна и сухое лето.

Климат правобережья, в особенности северо-западных районов, менее континентален по отношению к районам левобережья [6, 7].

На территории области создаются благоприятные условия для проявления климатических закономерностей – меридиональной и широтной. Первая закономерность характеризуется общим нарастанием континентальности климата в восточном направлении. Вторая – выражена в широтной биоклиматической зональности, обусловленной возрастанием с севера на юг притока тепла к земной поверхности при одновременном уменьшении увлажнения в том же направлении. Четко выраженная смена широтных зон также является уникальной особенностью климата области [1].

Засушливость в пределах области, как привило, связана с антициклонической циркуляцией. В условиях антициклональной погоды, малой облачности усиливается приток солнечной радиации, повышается температура и понижается относительная влажность. Стоит отметить, что циркуляция атмосферы определяет многолетний режим погоды, отличающийся изменчивостью и контрастностью воздействия на природу и человека.

Для оценки климатических (биоклиматических) условий степных районов Саратовской области были выбраны метеорологические станции, расположенные в правобережных и левобережных районах, которые соответствуют степным зонам (северная, типичная, сухая степь). Метеорологические станции Балашов и Калининск расположены в правобережье степной зоны на территории Донской равнины и соответствуют северной степи, также северную степь правобережья характеризует метеостанция Аткарск (Приволжская возвышенность). Левобережье соответствует зонам типичных и сухих степей. Выбранные метеорологические станции Маркс, Пугачев, Ершов характеризуют типичные степи, а Красный Кут и Новоузенск (сухие степи) *(см. рисунок 1).* Таким образом, анализ в правобережье проводился по трем метеорологическим станциям, а в левобережье по пяти.

«Результаты исследований и их обсуждение». Климат правобережья, в особенности северо-западных районов, менее континентален по отношению к районам левобережья. Самым холодным месяцем по области является январь, а наиболее теплым – июль, хотя в последние годы наблюдается смещение низких температур на февраль, а высоких на август. В *таблице 1* показаны среднемесячные значения температуры воздуха по рассматриваемым пунктам осредненные за период наблюдений с 2011 по 2023 годы.

Годовая амплитуда средней температуры воздуха наиболее холодного месяца (января) и наиболее теплого (июля) показана на графике *(см. рисунок 2),* из которого видно, что континентальность климата плавно нарастает с северо-запада (Балашов) на юго-восток (Новоузенск). Из всех рассматриваемых станций минимальные годовые амплитуды наблюдаются в Балашове, а наибольшие в Новоузенске.

Таблица 1

Среднемесячные значения температуры воздуха за период наблюдений с 2011 по 2023 годы

Пункт	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Правобережье												
Аткарск	-8,8	-8,0	-2,5	8,0	15,8	19,3	21,4	20,7	13,4	6,4	-0,8	-5,8
Балашов	-7,6	-6,9	-1,5	8,6	16,1	19,8	21,7	21,1	14,0	7,0	0,1	-4,6
Калининск	-8,3	-7,6	-2,0	8,3	15,8	19,7	21,7	20,8	13,5	6,7	-0,3	-5,2
Левобережье												
Ершов	-9,6	-9,2	-2,8	8,5	16,8	20,8	23,3	22,5	14,7	7,0	-0,8	-6,8
Красный Кут	-8,7	-8,4	-2,0	9,0	17,1	21,0	23,4	22,6	14,6	7,3	-0,2	-5,9
Маркс	-8,4	-7,7	-1,5	9,2	17,3	21,1	23,4	22,7	15,0	7,7	0,3	-5,4
Новоузенск	-8,9	-8,8	-1,8	9,5	17,7	22,2	24,7	23,8	15,5	7,6	-0,2	-6,1
Пугачев	-10,0	-9,5	-2,9	8,4	16,6	20,5	22,8	21,7	14,1	6,8	-0,7	-7,0

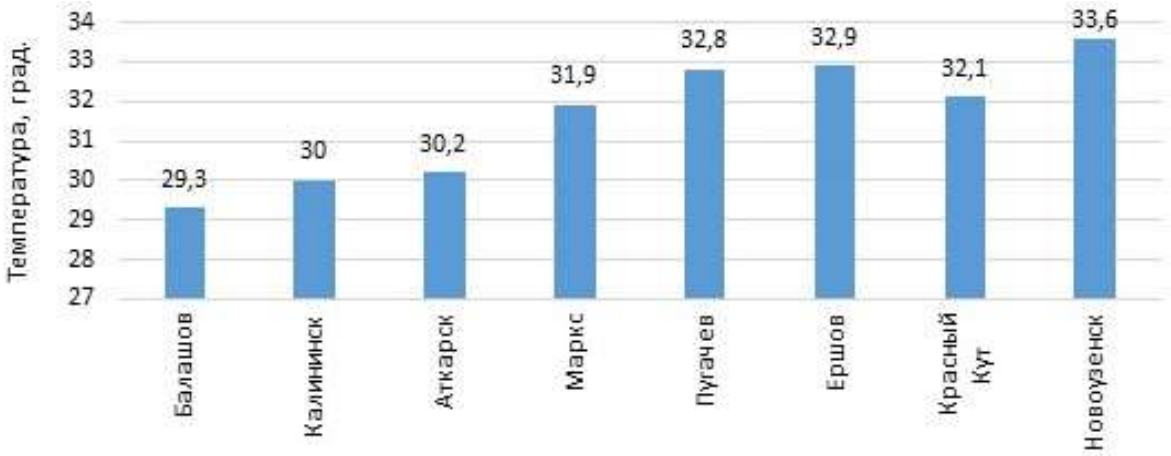


Рисунок 2. Годовые амплитуды температуры воздуха по станциям Саратовской области.

Климат – это ресурсный потенциал практически для всех отраслей экономики и социальной сферы. Комфортность климатических условий конкретной территории подлежит обязательному учету, т.к. является одним из важных факторов, создающих природно-ресурсный потенциал, обеспечивающий жизнедеятельность населения. Именно климат определяет степень термической комфортности или дискомфортности среды, а тем самым и рекреационные возможности территории [8].

Существуют различные подходы к оценке климата как фактора рекреационной привлекательности территории. Одним из них является оценка биоклиматических показателей (индексов), которые являются косвенными индикаторами оценки состояния окружающей человека среды обитания.

Несмотря на то, что большую часть территории области занимают степи со своим микроклиматом, природно-климатические и лечебно-профилактические ресурсы достаточно богаты для успешного и своевременного развития Саратовской области. Стоит отметить, что степень развития, в значительной степени, зависит от комфортных (дискомфортных) условий для проживания местного населения и гарантированных условий для отдыха, спорта, туризма, оздоровления и реабилитации [9].

Климатические и погодные факторы также оказывают существенное влияние и на сельскохозяйственное производство. Они в значительной мере определяют величину и качество урожая, а также особенности агротехнических мероприятий по их возделыванию. Кроме того, климат определяет ареал распространения сельскохозяйственных культур, возможность их продвижения и акклиматизации в новых районах [1].

Разработка мероприятий по оптимальному использованию естественных ресурсов территории предполагает количественную оценку ее биоклиматического потенциала, характеризуемого различным сочетанием природных компонентов.

В целях оценки возможности формирования в Саратовской области внутри-регионального лечебно-оздоровительного туристического кластера необходимо провести покомпонентный анализ природно-ресурсного потенциала.

В данной работе представлены предварительные результаты биоклиматической оценки степных районов области по восьми метеостанциям. Значения основных метеорологических величин (температура и влажность воздуха, скорость ветра), по которым проводился расчет биоклиматических индексов приведены в *таблице 2* (период осреднения 2011-2023 гг.).

В связи с тем, что биоклиматические параметры позволяют оценить территорию степных районов Саратовской области с точки зрения рекреационных условий, развития лечебно-оздоровительного туризма и использования для климатопрофилактики, то из большого разнообразия биоклиматических индексов в работе приведены те, которые наиболее часто используются при оценке городов, мест отдыха и туризма (эквивалентная температура воздуха (ЭТ), эквивалентно-эффективная температура воздуха (ЭЭТ), индексы Бодмана и Сайпла).

Формулы и методики расчета приведенных в работе биоклиматических индексов можно найти в работах [10-13].

Таблица 2

Средние годовые значения основных метеорологических величин (период осреднения 2011-2023 гг.)

Пункт	$T_{ср}$, °C	f, %	v, м/с
Аткарск	6,6	75	3,7
Балашов	7,3	74	2,8
Калининск	6,9	75	2,8
Ершов	7,0	70	3,9
Красный Кут	7,5	71	3,1
Маркс	7,8	70	2,4
Новоузенск	7,9	69	3,1
Пугачев	6,7	70	3,1

В связи с тем, что большая часть территории (в первую очередь левобережье) представлена степями, то при оценке климата существенную роль приобретает ветер.

Для оценки суровости климата использовались: индекс Бодмана, ветро-холодовый индекс Сайпла. Этот ряд биоклиматических показателей относят к температурно-ветровым индексам, так называемым индексам холодового стресса. Оценка этих индексов показала, что они лучше других реагируют на изменения температуры воздуха и скорости ветра, особенно при отрицательных и близких к нулю температурах, что очень важно для характеристики суровости климата в зимнее время и переходные сезоны [14].

Согласно индекса Бодмана зимние условия степных районов Саратовской области можно отнести к умеренно-суровым (балл суровости 2-3). Только в Ершове балл суровости увеличивается, и зима характеризуется как суровая. Это во многом связано с более высокими скоростями ветра. Переходные сезоны, как правило, характеризуются как мало-суровые (балл 1-2). Наименьший балл суровости отмечается в левобережье в Марксе, а в правобережье – в Балашове.

Индекс Сайпла во всех рассматриваемых городах, кроме Маркса и Балашова, превышает 1000 ккал/м^{2}ч, что характеризует зимние условия как «очень холодно». В Балашове и Марксе условия определяются как «холодные».

Значения рассчитанных индексов приведены на *рисунке 3*.

Оценка климатических условий всего года с акцентом на теплый период проводились по индексам эффективных температур: эффективная температура (ЭТ), эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ).

Эти индексы характеризуют комфортность погодных условий являясь косвенным индикатором оценки состояния окружающей человека среды, характеризуя особенности его тепловой структуры. При описании биоклиматических условий территории данные индексы используются для оценки лечебно-оздоровительных и рекреационных условий.

Значения ЭТ в большей степени зависят от температуры воздуха, чем от влажности. Для учета комплексного влияния температуры, ветра и влажности целесообразней использовать ЭЭТ, которая наиболее хорошо отражает влияние климатический условий.

В правобережье значения эффективной температуры летом изменяются от 18,0 до 20,0°С, что соответствует комфортным условиям. Эквивалентно-эффективная температура изменяется от 14,0 до 17,0°С, что также оценивается, как комфортно (умеренно-тепло). В зимний период значения ЭТ изменяются в интервале от -7,0 до -4,0°С, что определяет теплоощущения как «холодно» с умеренной нагрузкой. При этом ЭЭТ изменяется от -23,0 до -17,0°С, что уже определяется как «холодно» и «очень холодно». Причем наиболее холодные температуры отмечаются в Аткарске, а более благоприятные условия как зимой, так и летом в Балашове.

В левобережье показатели ЭТ и ЭЭТ в летние месяцы не выходят за пределы комфортности, хотя по значениям несколько превосходят значения в правобережье. Наиболее высокие величины ЭТ и ЭЭТ отмечаются в Новоузенске. Средний показатель эквивалентной температуры за лето здесь составляет 20,7°С, эквивалентно-эффективной температуры – 17,7°С. Стоит отметить, что зимой наиболее низкие температуры отмечаются в Ершове. ЭТ от -6,1 до -8,5°С, что определяет степень комфортности как «холодно», а показатели ЭЭТ изменяются от -

21,0 до -25,0°С, что уже определяется как «очень холодно» и «угроза обморожения». Таким образом, в Ершове существенному понижению зимних температур способствует скорость ветра.

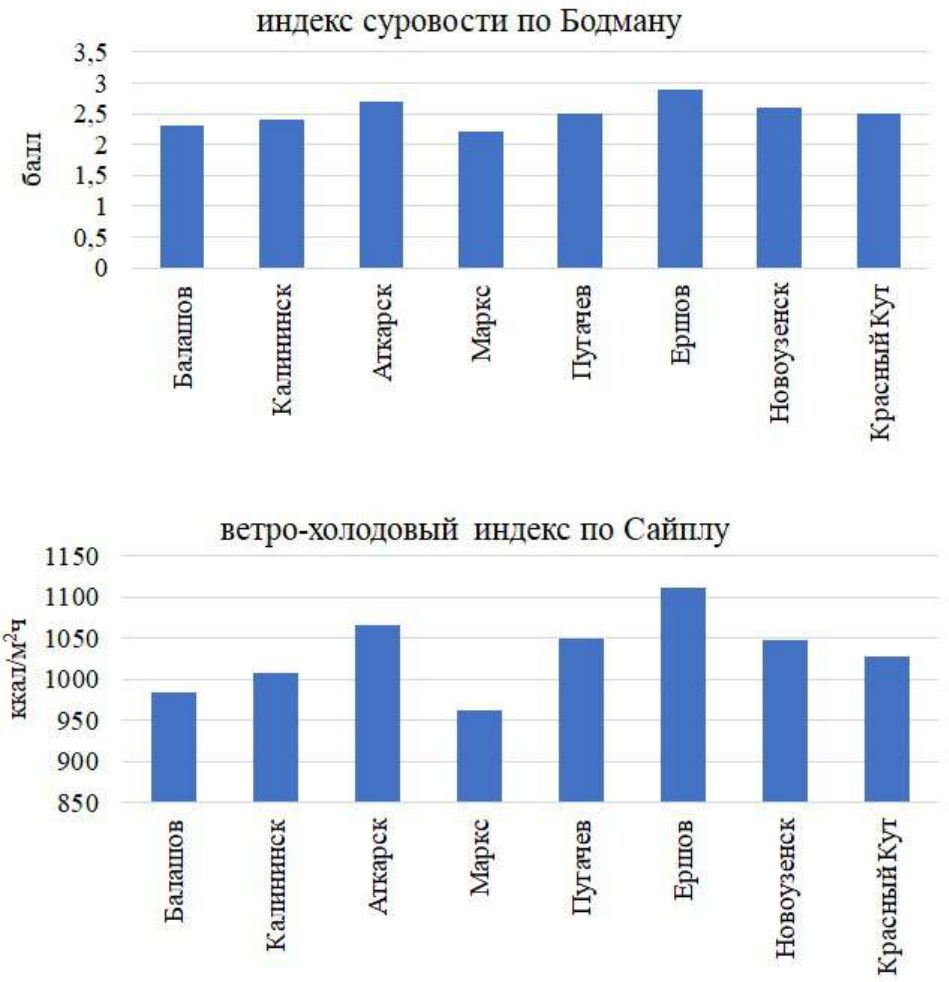


Рисунок 3. Значения индексов «холодового стресса» по станциям Саратовской области.

Значения индексов эффективных температур (ЭТ, ЭЭТ), осредненных по сезонам года приведены в *таблице 3*.

Таблица 3

Значения индексов эффективных температур по сезонам

Пункт	Эффективная температура (ЭТ), °С				Эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), °С			
	Зима	Весна	Лето	Осень	Зима	Весна	Лето	Осень
Балашов	-5,5	7,6	19,3	7,0	-18,3	-0,4	15,7	-0,8
Калининск	-6,1	7,3	19,2	6,7	-19,3	-1,0	15,6	-1,3
Аткарск	-6,8	7,0	18,9	6,4	-21,5	-2,5	14,4	-2,9
Маркс	-6,1	8,1	20,3	7,7	-17,5	1,0	17,3	1,0
Пугачев	-7,6	7,2	19,6	6,8	-21,0	-1,4	15,9	-1,3
Ершов	-7,6	7,2	19,9	6,9	-23,4	-2,5	16,0	-2,3
Новоузенск	-7,1	8,0	20,7	7,5	-21,1	-0,4	17,7	-0,2
Красный Кут	-6,8	7,7	20,1	7,2	-20,2	-0,8	16,6	-0,8

Заключение. Данное исследование является предварительным и будет продолжено с привлечением большего числа оценочных показателей (биоклиматических индексов).

Наиболее комфортные условия отмечаются в Балашове и Марксе. Стоит отметить, что климатические условия достаточно благоприятны во всех рассматриваемых пунктах. Таким образом, современный акцент в развитии Саратовской области должен быть направлен не только на развитие сельского хозяйства (для этого есть достаточно хороший биоклиматический потенциал), но и на использовании климатических условий для развития лечебно-оздоровительного и рекреационного потенциала, а также исследование адаптационных возможностей комфортного проживания населения в условиях степного климата.

Список литературы

1. Пряхина С.И., Васильева М.Ю. Природно-ресурсный потенциал зернового производства Саратовской области. Саратов: ИЦ «Наука», 2015. 104 с.
2. Макаров В.З. Природные особенности географического положения и своеобразие природы / Особо охраняемые природные территории Саратовской области / Науч. ред. В.З. Макаров Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 2008. 300 с.
3. Макаров В.З., Волков Ю.В., Буланый Ю.И., Проказов М.Ю., Мукало А.С. Уникальные степные природные комплексы дальнего Саратовского Заволжья // Известия Сарат. ун-та. Сер. Науки о Земле, 2009. Т. 9. Вып. 1. С. 27-32.
4. Макаров В.З., Пичугина Н.В., Чумаченко А.Н., Молочко А.В., Гусев В.А., Затонский В.А., Волков Ю.В., Данилов В.А., Хворостухин Д.П., Муравьёва М.Э., Проказов М.Ю. и др. Ландшафтное районирование муниципальных районов Саратовской области. Учебное пособие. Саратов: изд-во «Техно-Декор», ИП Кирсанова М.В., 2020. 60 с.
5. Чумаченко А.Н., Макаров В.З. Учебно-краеведческий атлас Саратовской области. Саратов: Изд-во СГУ 2013. 143 с.
6. Пряхина С.И., Фридман Ю.Н., Васильева М.Ю. Мониторинг климата Саратовской области. // Изв. Сарат. ун-та. Сер. Науки о Земле. 2006. Т. 6. Вып. 1. С. 15-18.
7. Пряхина С.И. Климат Саратовской области. Энциклопедия Саратовского края. Саратов: Приволжское кн. изд-во, 2002. С. 24-28.
8. Харламова Н.Ф., Акимов О.С., Курепина Н.Ю., Дунец А.Н. Климатические ресурсы как фактор рекреационной привлекательности основных дестинаций лечебно-оздоровительного туризма Алтайского края // Известия АО РГО. 2019. № 4 (55) С. 25-35.
9. Семенова Н.В., Сорокина Е.П. Комплексная биоклиматическая оценка комфортности территории Хвалынского района Саратовской области для зимней рекреации и лечебно-оздоровительного туризма // Современные проблемы преподавания безопасности жизнедеятельности, географии и туризма: Материалы XIV Всеросс. науч.-практ. конф., (г. Нижний Тагил арта 2023 г.) Нижний Тагил: Изд-во Ипполитова, 2023. С. 130-135.
10. Андреев С.С. Интегральная оценка климатической комфортности на примере территории Южного Федерального округа России. Монография. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2011. 304 с.
11. Андреев С.С. Экология человека (курс лекций). Для высших учебных заведений. Ростов на Дону: Изд-во АПСН СКНЦ ВШ, 2004. 144 с.
12. Кобышева Н.В. Руководство по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией, продукцией и услугами. СПб.: Изд-во ЦНИТ «АСТЕРИОН» 2008. 336 с.
13. Семенова Н.В., Короткова Н.В., Сорокина Е.П. Основные методы оценки биоклиматических условий территории (на примере г. Саратова) // Фундаментальные и прикладные аспекты устойчивого развития ресурсных регионов: Материалы IV(XXI) Всеросс. науч. конф. с междунар. Участием (г. Новокузнецк 6-9 декабря 2022 г.) Новокузнецк: КГПИ КемГУ, 2023. С. 76-81.
14. Переведенцев Ю.П., Шумихина А.В. Динамика биоклиматических показателей комфортности природной среды в Удмуртской республике // Ученые записки Казанского университета. Серия естественные науки. 2016. Т. 158. Кн. 14. С. 531-547.

УДК 574.9: 595.727 (4/5:212.6)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1222-1227

САРАНЧОВЫЕ СТЕПЕЙ ЕВРАЗИИ: ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОЗНАНИЯ ПРОШЛОГО, ПОНИМАНИЯ НАСТОЯЩЕГО И ПРОГНОЗА БУДУЩЕГО

GRASSHOPPERS OF THE EURASIAN STEPPES: ECOLOGO-GEOGRAPHIC MODELLING AS AN APPROACH TO KNOWLEDGE OF THE PAST, UNDERSTANDING OF THE PRESENT AND PREDICTION OF THE FUTURE

Сергеев М.Г.[1,2], Молодцов В.В.[1], Батурина Н.С.[1], Ванькова И.А.[1], Ефремова О.В.[1], Жарков В.Д.[1], Ким-Кашменская М.Н.[1], Пашкова А.И.[1], Попова К.В.[1], Стороженко С.Ю.[3]
Sergeev M.G.[1,2], Molodtsov V.V.[1], Baturina N.S.[1], Van'kova I.A.[1], Yefremova O.V.[1], Zharkov V.D.[1], Kim-Kashmenskaya M.N.[1], Pashkova A.I.[1], Popova K.V.[1], Storozhenko S.Yu.[3]

[1]Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия
[2]Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Россия
[3]ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, Россия
[1]Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia
[2]Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS, Novosibirsk, Russia
[3]Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, Vladivostok, Russia

E-mail: mgs@fen.nsu.ru[1], mgsergeev@aol.com[2]

Аннотация. Впервые обсуждаются результаты сравнительного анализа эколого-географических моделей распространения степных саранчовых. Показаны возможности использования таких моделей для обоснования пространственных и долговременных прогнозов изменений расселения как массовых (в том числе потенциальных вредителей), так и редких видов. Впервые созданы модели распространения комплекса трех важнейших вредителей (итальянский прус, перелетная саранча и чернополосая кобылка). Выяснена разнонаправленность прогнозируемых изменений ареалов у разных видов саранчовых и других прямокрылых.
Ключевые слова: Насекомое, саранча, кобылка, модель, экологическое распределение, вредитель, биоразнообразие.

Abstract. Results of the comparative analysis of the ecologo-geographic models (SDM) of the steppe acridid distribution are discussed for the first time. Some opportunities to use these models for justification of the spatial and long-term forecasts of shifts in distribution of both abundant (including some potential pests) and rare species are shown. The distribution models of the set containing three most significant pests (Italian and migratory locusts, handsome cross grasshopper) are generated for the first time. Multidirectional predicted changes of range boundaries and structures are revealed for different species of Acridoidea and other Orthoptera.
Key words: Insect, locust, grasshopper, model, ecological distribution, pest, biodiversity.

Введение. Степные ландшафты, широко распространенные во внетропической Евразии от юга Европы до востока Китая, отличаются высоким разнообразием различных групп животных, трофически и топически связанных с травянистыми растениями. Среди них особенно заметны саранчовые (Acridoidea) [1, 2], часто играющие ведущую роль в местных экосистемах [3]. Эти насекомые могут массово размножаться и перерабатывать значительную часть чистой первичной продукции [3], а некоторые входят в число важнейших вредителей полей и пастбищ [4]. Вместе с тем в этом надсемействе представлены и редкие степные виды, часть из которых заслуживает охраны [2, 5, 6]. В связи с этим возникает проблема оценки возможных изменений в распределении видов и популяций саранчовых на фоне глобальных, региональных и локальных трендов трансформации экосистем. Один из путей ее решения — эколого-географическое моделирование расселения видов на основе сопряженного анализа данных о точках их нахождения и о распределении тех или иных переменных, описывающих гетерогенность среды обитания Acridoidea. Задача данной публикации – продемонстрировать возможности такого моделирования для выявления вероятных изменений границ ареалов саранчовых степей Евразии и размещения их популяций.

Материалы и методы. Оригинальные данные о распределении саранчовых собраны в 1976-2023 гг. в степных регионах Евразии, а также на сопредельных территориях. Основной метод сбора – стандартным сачком на протяжении определённого промежутка времени (обычно от 10 до 30 мин) с последующим пересчётом на один час в основных типах местообитаний [7, 8]. Кроме того, как правило, проводился направленный поиск редких видов, а также учеты кошением сачком и плотности насекомых на сериях площадок. Все точки сбора данных привязаны к системе географических координат, абсолютным высотам и ландшафтным характеристикам. Использованы также экспедиционные данные и материалы коллекционных фондов Новосибирского государственного университета, Института систематики и экологии животных СО РАН (Новосибирск), Зоологического института РАН (Санкт-Петербург), ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН (Владивосток), а также ряда других организаций. Географические координаты точек обнаружения саранчовых до 2000 г. устанавливались с помощью открытых пакетов Google Earth Pro 7.3.3 и ArcGIS Explore с уточнением в необходимых случаях по доступным топографическим картам.

Как базовая использована карта в равноугольной конической проекции Ламберта. Картографические модели географического распространения редких видов построены на основе подходов максимальной энтропии (пакет MaxEnt 3.4.4 [9, 10]) и генерации эллипсоидальной многомерной экологической ниши (пакет ellipsenm в среде R [11]). Для моделировании использованы метеоданные (19 так называемых стандартных биоклиматических параметров) с привязкой к географическим координатам с разрешением 30 угловых секунд [12]: усредненные по месяцам для периода 1970-2000 гг. и прогнозные для 2021-2040 и 2041-2060 гг. (модель климатических изменений CNRM-ESM2-1 [13] и прогноз дальнейшего увеличения концентрации парниковых газов в атмосфере (3-7.0 Shared Socioeconomic Pathway [14])).Статистическая поддержка оценивалась с помощью площади под кривой (AUC). Для сопоставления картографических моделей использовался пакет Map Comparison Kit 3.2.3 [15].

Результаты исследований и обсуждение. *Понимание настоящего.* Сопоставление данных о распространении вида и о распределении параметров, характеризующих окружающую среду, в первую очередь климатических, дает возможность не просто очертить районы, наиболее благоприятные для него и в которых он и так известен, но и выделить территории, где возможно его обитание, что особенно важно для оценки вероятности его расселения за пределы современного ареала. Для массовых видов, в первую очередь потенциальных вредителей, подобный пространственный прогноз крайне актуален [16, 17], так как позволяет определить участки и связанные с ними популяции, для которых необходима первоочередная организация мониторинга [18]. Особенно наглядны результаты объединения моделей для нескольких наиболее опасных в последние десятилетия вредителей *(рисунок 1)*, которые демонстрируют, что в пределах всех степных, лесостепных, полупустынных и, очасти, северопустынных регионов Азии сохраняется весьма высокая вероятность массовых размножений саранчовых.

Моделирование перспективно и для оценки ситуации с редкими видами, которые часто известны по единичным находкам, поскольку появляется возможность оценки вероятности обнаружения популяций подобных саранчовых на неисследованных территориях [6, 19, 20]. К примеру, для пестрой копьеноски *Aeropedellus baliolus*, известный ареал которой ограничен юго-востоком Западно-Сибирской равнины и северо-восточной и центральной частями Казахского мелкосопочника [2, 5, 17, 20], анализ многомерной экологической ниши вида показывает возможность обитания вида и на юго-западе этой равнины, в частности на юге Зауралья *(рисунок 2)*. Вместе с тем уровень статистической поддержки моделей при небольшом числе известных точек (особенно менее 10), как правило, невысок. Кроме того, при моделировании распределения эндемиков горных систем использование так называемого стандартного набора биоклиматических переменных может быть недостаточным, что уже показано нами для травянки Невского *Stebonobothrus newskii*, обитающей в высокогорьях западной части Алтае-Саянской горной системы [20]. В таких случаях целесообразно расширение набора параметров, используемых в моделировании: в первую очередь за счет оценок абсолютной высоты, характеристик почвенно-растительного покрова, а также потока солнечной радиации [20].

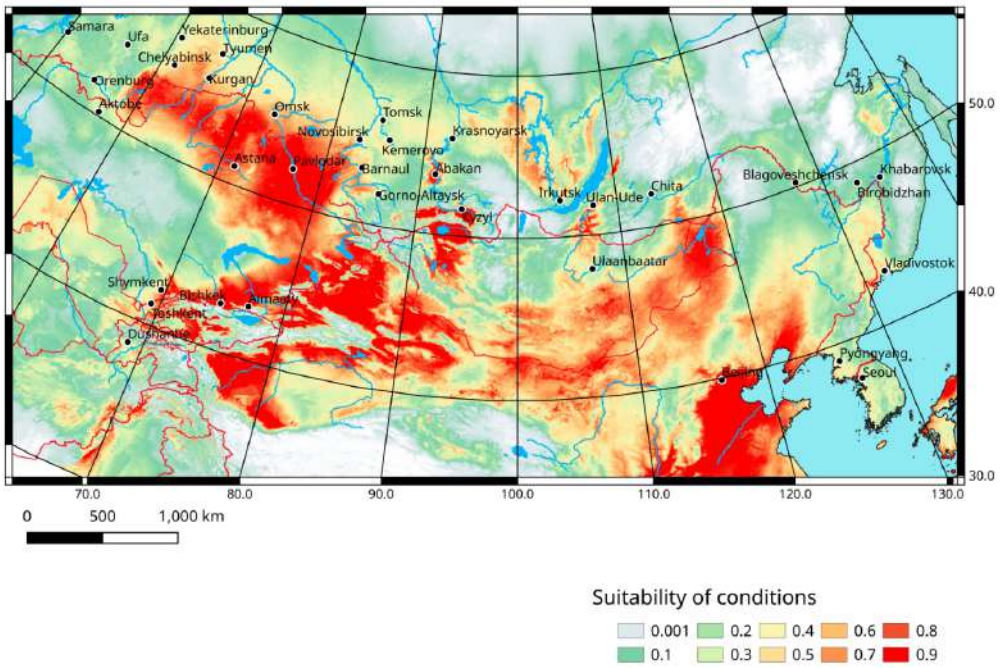


Рисунок 1. Оценка максимальной пригодности местообитаний для комплекса трех важнейших потенциальных вредителей (итальянский прус *Calliptamus italicus*, перелетная саранча *Locusta migratoria* и чернополосая кобылка *Oedaleus decorus*) по всем точкам находок в пределах внетропической Азии и полному набору биоклиматических переменных для 1970-2000 гг. (алгоритм MaxEnt).

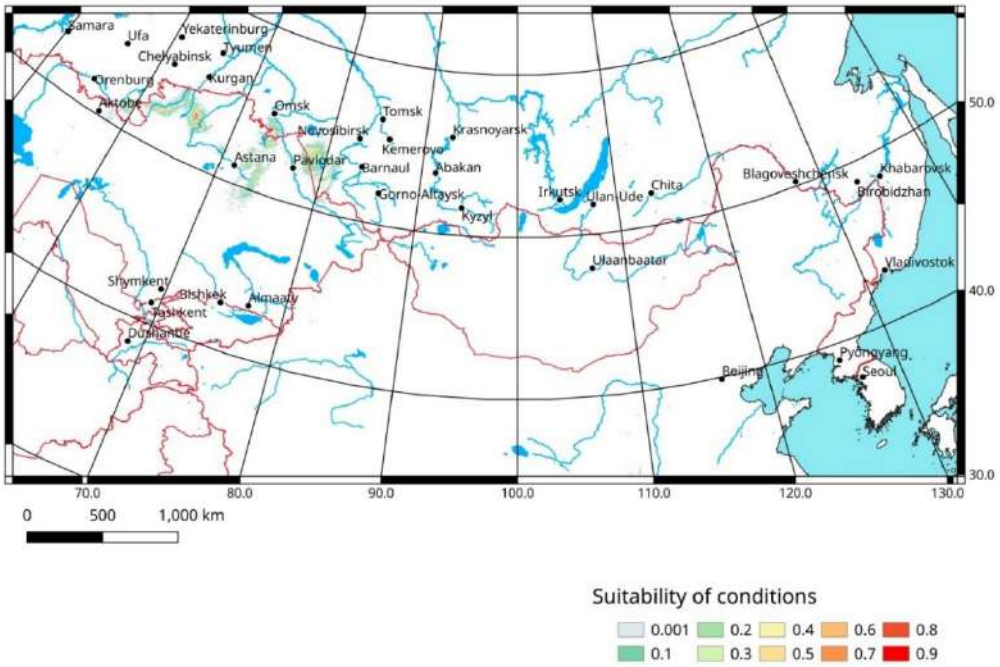


Рисунок 2. Оценка пригодности местообитаний для пестрой копьеноски по всем точкам находок и набору из шести некоррелирующих биоклиматических переменных для 1970-2000 гг. (алгоритм ellipsenm).

Познание прошлого. При наличии представительных данных о точках нахождения вида в разные временные интервалы (например, с конца XIX в. до середины XX в. и с середины последнего до 2023 г.) можно выявить изменения в его расселении. Так, для чернополосой кобылки на юго-востоке Западно-Сибирской равнины установлено заметное расширение ареала на север и северо-восток [17]. Для другого, когда-то массового в этом регионе вида, а именно

сибирской кобылки *Gomphocerus sibiricus*, наоборот, продемонстрировано значительной сокращение числа известных популяций [16].

Эколого-географическое моделирование при отсутствии палеобиологических данных также перспективно для оценки природных условий, в которых в прошлом вероятно формировался вид. Подобые идеи высказывались еще в первой половине прошлого века [21], но возможности их реализации были ограничены, так как данных о распределении популяций большинства видов до последних десятилетий XX в. было немного [5, 22, 23]. Анализ созданных моделей может позволить, с одной стороны, более четко выявить приуроченность того или иного вида к определенному типу (или набору типов) ландшафтных выделов, а с другой – оценить сходство (в том числе на количественном уровне) распределения разных представителей одного крупного таксона, например, тех же саранчовых, и продемонстрировать их историческую связь с определенными обстановками прошлого.

Прогноз будущего. Наличие представительного и открытого массива прогнозных оценок биоклиматических переменных, основанного на почти двух десятках моделей изменений климата в будущем для временных промежутков 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 и 2081-2100 г. и для четырех принятых сценариев дальнейшего увеличения концентрации парниковых газов в атмосфере [12], дает возможность определения вероятных трендов изменения распределения саранчовых, а также других прямокрылых насекомых.

Вместе с тем сопоставление эколого-географических моделей, сгенерированных к настоящему времени на основе одних и тех же принципов (одинаковый набор биоклиматических переменных, одна и та же модель изменения климата в будущем, один набор сценариев увеличения концентрации парниковых газов), показывает разнонаправленность возможных изменений расселения разных видов, а также их комплексов. Например, для уже упомянутого комплекса основных вредителей (итальянский прус, перелетная саранча и чернополосая кобылка) при значительном увеличении концентрации парниковых газов вероятно значительное расширение территории с очень благоприятными для него условиями, причем как на север (фактически в районы современной средней тайги, в том числе до центра Якутии), так и на юг (в современные аридные районы Внутренней Азии) и даже на восток – до северо-востока Китая и юга Дальнего Востока России *(рисунок* 3).

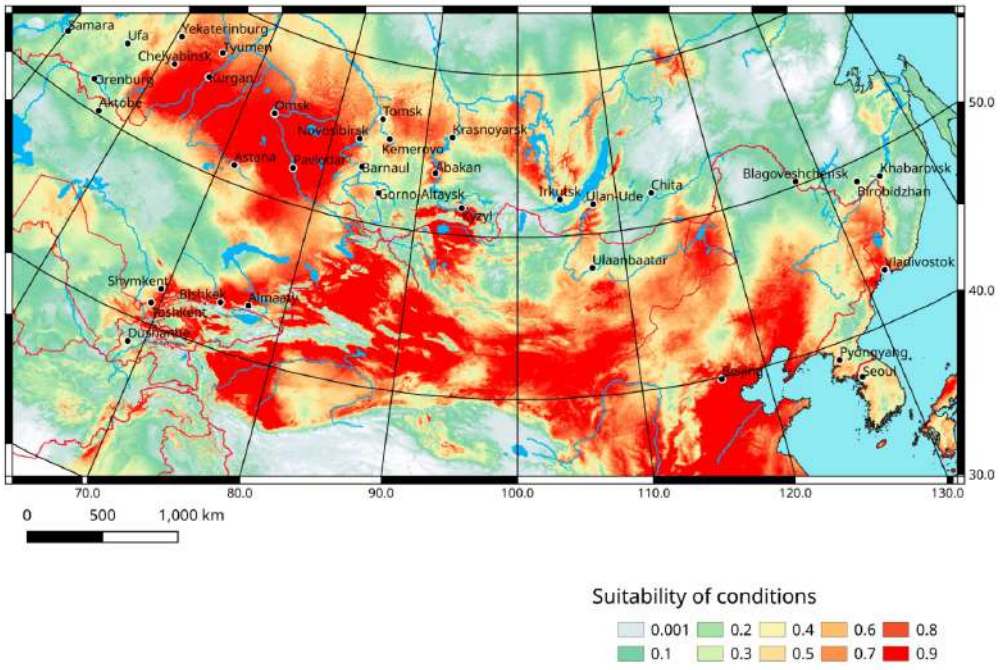


Рисунок 3. Оценка максимальной пригодности местообитаний для комплекса трех важнейших потенциальных вредителей (итальянский прус *Calliptamus italicus*, перелетная саранча *Locusta migratoria* и чернополосая кобылка *Oedaleus decorus*) по всем точкам находок в пределах внетропической Азии и полному набору биоклиматических прогнозных переменных для 2021-2040 гг. (алгоритм MaxEnt, модель климатических изменений CNRM-ESM2-1 [13] и прогноз дальнейшего увеличения концентрации парниковых газов в атмосфере – SSP3-7.0 [14]).

Заключение. Сравнительный анализ сгенерированных на данном этапе моделей эколого-географического распределения как массовых и потенциально вредных, так и редких видов саранчовых и других прямокрылых насекомых в регионе исследований методами максимальной энтропии и построения многомерных экологических ниш, во-первых, показывает хорошее соответствие таких моделей (при использовании набора биоклиматических переменных 1970-2000 гг.) реальной картине распределения известных точек нахождения, во-вторых, позволяет выделить районы возможного обитания каждого вида в слабо изученных регионах, в-третьих, дает возможность выделить наиболее значимые для каждого вида биоклиматические переменные, а в-четвертых, для части видов удается выделить участки, благоприятные для их обитания, за пределами их современных ареалов.

Сравнительный анализ подобных, сгенерированных для актуальных условий и для прогнозных периодов 2021-2040 и 2041-2060 гг. на основе максимально возможного набора биоклиматических переменных по модели CNRM-ESM2-1 и сценарию развития 3-7.0, предполагающему значительное увеличение концентрации парниковых газов в тропосфере и соответствующее заметное увеличение средних температур, показывает отсутствие каких-то общих трендов. Например, прогнозы для редкого реликтового прямокрылого *Paracyphoderris erebeus*, популяции которого приурочены преимущественно к таежным ландшафтам юга Дальнего Востока, показывают отсутствие каких-то заметных перестроек области его обитания [24]. Напротив, для одного из основных вредителей – перелетной саранчи прогнозируется значительное смещение оптимальных районов обитания на север (в современную южную и даже среднюю часть таежной зоны) и на восток (в том числе на юг Дальнего Востока). Сходные изменения прослеживаются для редкого, связанного в основном с сухими степями *Asiotmethis jubatus.* Прогнозные сценарии для барабинской трещотки *Angaracris barabensis* и сибирской кобылки объединяют заметные разнонаправленные изменения: значительное снижение оптимальности обитания в западных частях ареалов (в пределах регионах исследований – юг Западной Сибири и север Казахстана) и дальнейшее улучшение условий или их сохранение на том же уровне в восточных частях ареалов, причем возможно и значительное улучшение условий обитания этих саранчовых в Якутии. Для восточной бескрылой кобылки *Prumna primnoa* можно ожидать почти повсеместное ухудшений условий по всему югу современного ареала, смещение оптимальных областей в более северные районы, в том числе по побережью Охотского моря вплоть до окрестностей Магадана.

Итак, анализ результатов эколого-географического моделирования распределения видов степных саранчовых на основе сопряженного анализа данных о точках их нахождения и о распределении тех или иных переменных, в первую очередь биоклиматических, показывает разнообразные возможности использования этого подхода для установления закономерностей распространения этих насекомых, выявления изменений характера их расселения, выяснения территорий, в пределах которых как в ближайшем будущем, так и в отдаленной перспективе вероятны массовые размножения потенциальных вредителей и их комплексов, а также оценки ситуации с популяциями редких представителей надсемейства, перспективных для охраны, том числе определения всех территорий, в пределах которых вероятно существование подобных популяций, и районов, в которых при необходимости вид можно интродуцировать.

Благодарности. *Мы искренне благодарны всем коллегам, особенно участниками многочисленных экспедиций и кураторам коллекционных фондов, за разнообразную помощь. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-66-00031 (https://rscf.ru/project/22-66-00031).*

Список литературы

1. Бей-Биенко Г.Я. Прямокрылые – Orthoptera и кожистокрылые – Dermaptera // Животный мир СССР. Т. 3. Зона степей. М., Л.: Изд-воАНСССР, 1950.С. 379-423.

2. Sergeev M.G. Distribution patterns of grasshoppers and their kin over the Eurasian Steppes // Insects. 2021. Vol. 12. 77. DOI 10.3390/insects12010077.

3. Stebaev I.V., Naplekova N.N., Volkovincer V.V. Epigäische Zoo-Mikrobioten-Komplexe mit Orthopteren und Tenebrioniden im Südostlichen Altaj-Gebirge und ihre Beziehungen zu bodenbildenden Prozessen // Pedobiologia. 1968. Bd 8. S. 345-386.

4. Сергеев М.Г. Вредные саранчовых России и сопредельных регионов: прошлое, настоящее, будущее // Защита и карантин растений. 2010. № 1. С. 16-22.

5. Сергеев М.Г. Закономерности распространения прямокрылых насекомых Северной Азии. Новосибирск: Наука, 1986. 237 с.

6. Sergeev M.G. Conservation of orthopteran biological diversity relative to landscape change in temperate Eurasia // Journal of Insect Conservation. 1998. Vol. 2. P. 247-252. DOI 10.1023/A:1009620519058.

7. Gause G.F. Studies on the ecology of the Orthoptera // Ecology. 1930. Vol. 11, No. 2. P. 307-325. DOI 10.2307/1930266.

8. Сергеев М.Г. Прямокрылые насекомые (Orthoptera) Северной Азии: пятьдесят лет спустя // Евразиатский энтомологический журнал. 2007. Т. 6, № 2. С. 129-141.

9. Phillips S.J., Anderson R.P., Schapire R.E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions // Ecological Modelling. 2006. Vol. 190. P. 231-259. DOI 10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026.

10. Morales N.S., Fernández I.C., Baca-González V. MaxEnts's parameter configuration and small samples: are we paying attention to recommendations? A systematic review // PeerJ. 2017. Vol. 5. e3093. DOI 10.7717/peerj.3093.

11. Cobos M.E., Osorio-Olvera L., Soberón J., Peterson A.T., Barve V., Barve N. ellipsenm: An R package for ecological niche's characterization using ellipsoids. URL: https://github.com/marlonecobos/ellipsenm#ellipsenm-an-r-package-for-ecological-niches-characterization-usingellipsoids. 2023 (дата обращения 10.08.2023).

12. Fick S.E., Hijmans R.J. WorldClim 2: new 1 km spatial resolution climate surfaces for global land areas // International Journal of Climatology. 2017. Vol. 37, No. 12. P. 4302-4315. DOI 10.1002/joc.5086.

13. Séférian R., Nabat P., Michou M., Saint-Martin D., Voldoire A., Colin J., Decharme B., Delire C., Berthet S., Chevallier M.et al. Evaluation of CNRM Earth-System model, CNRM-ESM2-1: Role of Earth system processes in present-day and future climate // Journal of Advances in Modeling Earth Systems. 2019. Vol. 11. P. 4182-4227. DOI 10.1029/2019MS001791.

14. Meinshausen M., Nicholls Z.R.J., Lewis J., Gidden M.J., Vogel E., Freund M., Beyerle U., Gessner C., Nauels A., Bauer N. et al. The shared socio-economic pathway (SSP) greenhouse gas concentrations and their extensions to 2500 // Geoscientific Model Development. 2020.Vol. 13. P. 3571-3605. DOI 10.5194/gmd-13-3571-2020.

15. Visser H., de Nijs T. The Map Comparison Kit // Environmental Modeling and Software. 2006. Vol. 21. P. 346-358.

16. Popova K.V., Molodtsov V.V., Efremova O.V., Sergeev M.G. Grasshoppers in steppe areas of the south-eastern West Siberian Plain: Centennial transformations of biodiversity // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 817. 012088. DOI 10.1088/1755-1315/817/1/012088.

17. Popova K.V., Baturina N.S., Molodtsov V.V., Yefremova O.V., Zharkov V.D., Sergeev M.G. The handsome cross grasshopper *Oedaleus decorus* (Germar, 1825) (Orthoptera: Acrididae) as a neglected pest in the south-eastern part of West Siberian Plain // Insects. 2022.Vol. 13. 49. DOI 10.3390/insects13010049.

18. Лачининский А.В., Сергеев М.Г. Вредные саранчовые России и сопредельных стран: проблемы мониторинга популяций // Защита и карантин растений. 2023. № 9. С. 23-31. DOI 10.47528/1026-8634_2023_9_23.

19. Popova K.V., Molodtsov V.V., Sergeev M.G. Rare grasshoppers (Orthoptera, Acridoidea) of the Baraba and Kulunda steppes (South Siberia) // Acta Biologica Sibirica. 2020. Vol. 6. P. 595-609. DOI 10.3897/abs.6.e59519.

20. Сергеев М.Г., Ким-Кашменская М.Н., Молодцов В.В., Ефремова О.В., Попова К.В., Соколова (Батурина) Н.С. Картографирование и экомоделирование распространения редких видов насекомых на юге Сибири и в сопредельных регионах (на примере надсемейства саранчовых) // География и природные ресурсы. 2023. № 5. С. 128-134. DOI 10.15372/gipr20230516.

21. Сушкин П.П. Зоологические области Средней Сибири и ближайших частей Нагорной Азии и опыт истории современной фауны Палеарктической Азии // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд. биол. 1925. Т. 34. С. 7-86.

22. Сергеев М.Г. Опыт актуалистической реконструкции становления фаун и сообществ прямокрылых (Orthoptera) внетропической Азии // Труды Русского энтомологического общества. 2009. Т. 80, № 1. С. 41-60.

23. Sergeev M.G. Concepts of classic and modern biogeography: contribution of Russian entomologists // Entomological Review. 2010. Vol. 90, No. 3. P. 311-332. DOI10.1134/S0013873810030036.

24. Storozhenko S.Yu., Molodtsov V.V., Sergeev M.G. The mysterious Amurian grig *Paracyphoderris erebeus* Storozhenko, 1980 (Orthoptera: Prophalangopsidae): New data on its distribution, ecology and biology // Insects. 2023. Vol. 14. 789. DOI 10.3390/insects14100789.

УДК 631.41
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1228-1233

РЕСУРСЫ ПОЧВЕННОГО КАЛИЯ В ЛЕСОСТЕПНЫХ И СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

RESOURCES OF SOIL POTASSIUM IN FOREST-STEPPE AND STEPPE LANDSCAPES OF WESTERN SIBERIA

Середина В.П.
Seredina V.P.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

E-mail: seredina_v@mail.ru

Аннотация. Изучены ресурсы почвенного калия в черноземах лесостепной и степной зон Западной Сибири, представленных черноземами глинисто-иллювиальными (подтипы типичные, оподзоленные, глееватые), черноземами (подтипы сегрегационные, дисперсно-карбонатные). На основе экстенсивных и термодинамических показателей дана оценка калийного состояния основных подтипов черноземных почв. Определена потенциальная буферная способности почв в отношении калия и на основе значений калийного потенциала определена доступность его растениям. Установлено влияние различных факторов на изученные параметры и выявлены существенные различия в энергетической обеспеченности в отношении калия основных подтипов черноземных почв.

Ключевые слова: Западная Сибирь, лесостепные и степные ландшафты, черноземы, калийное состояние, термодинамические показатели.

Abstract. The resources of soil potassium were studied in the chernozems of the forest-steppe and steppe zones of Western Siberia, represented by clayey-illuvial chernozems (typical, podzolized, gleyic subtypes), chernozems (segregation, dispersed carbonate subtypes). Based on extensive and thermodynamic indicators, an assessment of the potassium condition of the main subtypes of chernozem soils is given. The potential buffering ability of soils for potassium was determined and, based on the potassium potential values, its availability to plants was determined. The influence of various factors on the studied parameters was established and significant differences in the energy supply with respect to potassium of the main subtypes of chernozem soils were revealed.

Key words: Western Siberia, forest-steppe and steppe landscapes, chernozems, potassium status, thermodynamic parameters.

Введение. Среди многочисленных публикаций, касающихся почв южной части Западной Сибири, крайне ограниченное количество посвящено калию, одному из важнейших компонентов минерального питания растений и индикатору почвенных процессов. Несмотря на имеющиеся работы, в которых раскрываются некоторые аспекты поведения калия в различных типах почв, в настоящее время нет достаточной информации о роли минералогического состава и связи трансформаций калийсодержащих минералов с интенсивностью и направленностью почвообразовательных процессов. Более полное представление о калийном состоянии почв можно получить, рассматривая почвенную систему с позиций химической термодинамики. Данный подход позволяет глубже подойти к пониманию поведения калия в почвах различного генезиса, направленности почвенных процессов, осуществлению теоретически обоснованной разработки дифференцированных систем управления плодородием и меняющихся почвенных режимов, определяемых чередованием процессов иссушения-увлажнения почв и их промерзанием. Эта сторона проблемы особенно актуальна для почв земледельческой зоны Сибири, контрастность погодных условий которой общеизвестна.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования послужили черноземные почвы лесостепных и степных ландшафтов Западной Сибири. Западно-Сибирская равнина – яркий пример проявления природной зональности. В частности, лесостепная зона занимает полосу, ширина которой достигает 250-250 км. Зона степи простирается неширокой полосой на юге Западно-Сибирской равнины, захватывая часть Омской и Новосибирской областей и равнинные районы левобережья реки Оби Алтайского края, соприкасающиеся с сухостепной зоной. Эта зона отличается неоднородностью природных условий и почвенно-мелиоративной обстановки. Автоморфные почвы лесостепной и степной зон Западно-Сибирской равнины представлены в основном черноземами. В северной лесостепи эти почвы сменяются серыми

лесными, а в сухой степи – каштановыми почвами. Черноземы как типично автоморфные Са-гумусовые почвы формируются по двум направлениям – начально гидроморфному (с проявлением периодически гидроморфного режима) и постоянно-субаэральному. Начально-гидроморфное развитие черноземообразования характерно для наиболее обширной, центральной слабодренированной части региона, где широко распространены озерно-аллювиальные наносы, перекрытые на положительных элементах рельефа сравнительно маломощным чехлом (до 2-5 м) субаэральных отложений (лессовидных суглинков) и подстилаемых палеоген-неогеновыми глинами (с прослоями песков и линзами гравия) морского происхождения. Постоянно-субаэральное черноземообразование приурочено к мощной толще субаэрально-лессовых отложений (до 100-150 м) предгорных платообразных и возвышенных нагорных равнин юго-восточной, хорошо дренированной части равнины [1].

В классификационном отношении исследуемые почвы лесостепи в зависимости от степени выраженности в них элювиально-иллювиальных процессов относятся к черноземам оподзоленным и выщелоченным или к серым лесным оподзоленным. Почвенный покров восточной и юго-восточной части зоны, приуроченной к системе расчлененных, возвышенных и дренированных равнин Приобского плато, сравнительно однороден и слагается главным образом из обыкновенных и южных черноземов, занимающих более 50% территории зоны, лугово-черноземных почв и почв засоленного ряда. Смена обыкновенных черноземов южными происходит в направлении с востока на запад, в сторону сухостепной зоны.

Наряду с автоморфными черноземными почвами, широкое распространение в условиях степной зоны Западной Сибири получили лугово-черноземные почвы. Эти почвы формируются на пониженных равнинах, плоских, слабо выраженных гривах, склонах грив, а также на повышенных участках межгривных понижений, террасах рек и озер. Они часто встречаются в комплексе с солонцами. Грунтовые воды обычно пресные, или слабоминерализованные, залегают на глубине 2-4 м и оказывают периодическое влияние на почвообразование. Важнейшим генетическим отличием полугидроморфных и гидроморфных почв от автоморфных, влияющим на их калийное состояние, является наличие процессов гидрогенной аккумуляции и аккумуляции жидкого и твердого стока. Лугово-черноземные почвы имеют вследствие сезонного переувлажнения соответственно более или менее выраженные признаки внутрипрофильного гидроморфизма. В то же время в нижней части гумусового горизонта или в верхней части иллювиального горизонта очень часто обнаруживаются признаки солонцеватости и осолодения. Изученные почвы лесостепных и степных ландшафтов в соответствии с классификацией и диагностикой почв России [2], относятся к постлитогенному стволу, отделу аккумулятивно-гумусовых почв и представлены следующими типами: черноземами глинисто-иллювиальными (подтипы типичные, оподзоленные, глееватые), черноземами (подтипы сегрегационные, дисперсно-карбонатные).

В основу решения поставленных в работе задач положен системный подход исследования калийного состояния почв в рамках сравнительно-географического и сравнительно-аналитического методов, а также статистическая обработка аналитических материалов. В данной работе проведена оценка калийного состояния почв на основе ёмкостных (экстенсивных) и термодинамических (интенсивных) показателей. Экстенсивные параметры определены по методикам: валовой калий разложением почвы фтористоводородной кислотой; необменный а) по К.К. Гедройцу (1955) и б) по В.У. Пчёлкину (1966); обменный – в вытяжке 1,0 н. раствора уксуснокислого аммония по методу Масловой [3]. Калийный потенциал (КП) определялся по Ульриху, потенциальная буферная способность почв в отношении калия ($ПБС^{K}$) – по Бекетту [4]. Гранулометрический состав и физико-химические свойства почв выполнены с использованием общепринятых в почвоведении методов. Минералогический состав фракций 0,25-0,1мм и 0,1-0,01мм определялся под поляризационным микроскопом с применением иммерсионных жидкостей и предварительным их разделением с помощью жидкости Туле (уд. вес 2,75) на лёгкую и тяжёлую фракции. Минералогический состав илистой фракции почв исследовался рентгендифрактометрическим методом.

Результаты исследований и их обсуждение. Поведение калия в почвах определяется рядом особенностей, поскольку трансформация его форм, в отличие от азота и фосфора, почти не связана с микробиологическим и химическим закреплением, а обусловлена, в основном, гранулометрическим и минералогическим составом почвообразующих пород и формирующихся на них почв [5, 6]. Лессовидные суглинки, являющиеся основными почвообразующими породами для данного ряда почв, образовались из различных по генезису

континентальных рыхлых пород в периоды послеледниковых сухих эпох. По своей структуре это в основном карбонатные светло-бурые и буровато-желтые иловато-пылеватые тяжелые суглинки или пылевато-иловатые глины. Им свойственны насыщенность углекислым кальцием, макропористость, высокие общие запасы калия. По минеральному составу материал суглинков представлен кварцем, полевыми шпатами с примесями слюд, хлорита, эпидота, роговой обманки, циркона.

Как известно, глинистые минералы (смектиты, кандиты, каолиниты, гидрослюды) обладают кристаллохимическими особенностями, которые обусловливают такие химические и физико-химические свойства, как реакционную способность, емкость катионного обмена, буферность, способность к необменной фиксации калия и аммония. Обладая ионно-обменной способностью, глинистым минералам свойственны реакции сорбции и десорбции, гидратации и дегидратации, взаимодействия с органическими веществами, что, в конечном счете, обусловливает их потенциальное плодородие и ценность в качестве материнских почвообразующих при формировании почв.

Характерная особенность минералогического состава изученных черноземов, также как и лессовидных суглинков, являющихся основными почвообразующими породами для данного ряда почв, заключается в высоком содержании кварца, доминирующего в составе частиц больше 0,01 мм. Количество полевых шпатов и слюд значительно меньше (12-13%). По преобладающим компонентам минералогического состава изученные почвы и породы относятся к кварцево-полевошпатовым с заметной примесью слюдистых компонентов. В составе калийсодержащих минералов преобладают трудно выветриваемые представители алюмосиликатов. Следовательно, даже при интенсивном внутрипочвенном выветривании данных минералов, вклад этих процессов в систему механизмов, обеспечивающих внутрипочвенное калийное состояние, по сравнению с вкладом тонкодисперсных глинистых минералов, можно считать незначительным.

Исследование минералогического состава илистых фракций черноземных почв выявило принципиально сходный состав глинистых минералов: как в почвах, так и породе преобладают глинистые минералы с трехслойной решеткой (2:1). Ослабленные процессы внутрипочвенного выветривания проявляются только в трансформациях минералов в системе гидрослюда ↔ монтмориллонит, т.е. не приводят к коренной структурной перестройке исходных глинистых минералов. Главный калийсодержащий минерал илистой фракции – гидрослюда – в профиле черноземов оказывается малоподвижен, что при большом его количестве (более 50%) обеспечивает высокий ресурс ближнего калийного резерва.

Как показали исследования, содержание валового калия во всех подтипах черноземов достаточно высокое и колеблется в пределах 1,93-2,25%, что обусловлено значительным количеством первичных (калиевые полевые шпаты) и глинистых (гидрослюды) калийсодержащих минералов. По величине валового калия изученные черноземы Западной Сибири близки к аналогичным почвам Европейской территории России, развитых на однотипных почвообразующих породах. Полученные данные подтверждают положение о том, что общий ресурс калия в почвах с сиаллитным характером выветривания является значительным.

При относительной однородности минералогического, химического и гранулометрического состава пород, особенно характерной для восточной и юго-восточной части зоны, приуроченной к системе расчлененных, возвышенных и дренированных равнин Приобского плато, формирующиеся на них черноземы, имеют некоторые различия в содержании и характере распределения валового калия. Если в общем содержании калия легких по гранулометрическому составу дисперсно-карбонатных черноземов определяющим фактором являются количество и состав калийсодержащих минералов крупных гранулометрических фракций (полевых шпатов – ортоклаза и микроклина), то в черноземах выщелоченных и оподзоленных основная роль принадлежит илистой фракции и ее минералогическому составу, в частности, содержанию гидрослюд и слюда-смектитовых смешаннослойных образований. При этом в пределах данных подтипов почв варьирование содержания валового калия небольшое (V=2,9-4,0%), что в определенной степени подтверждает особенность процесса черноземообразования, заключающегося в отсутствии существенных изменений валового состава алюмосиликатной части и слабую дифференцированность их профиля.

В исследованных подтипах черноземов, как в собственно и других типах почв, калий представлен, главным образом, минеральными формами (77-79% от общего количества), при

этом основным источником негидролизуемого калия (так называемого силикатного), являются полевые шпаты, сосредоточенные во фракции крупной пыли. Биоаккумулятивные процессы оказывают влияние на перераспределение калия лишь в верхней части профиля, где отмечается как накопление валового калия, так и его обменных форм.

По среднему содержанию обменного калия (в мг/100 г почвы) исследуемые подтипы черноземов образуют следующую последовательность: черноземы обыкновенные (29,8±1,1) – черноземы южные (21,8±1,0) – черноземы оподзоленные (20,8±0,9) – черноземы выщелоченные (20,2±0,6). Исходя из этого, можно говорить о высокой их обеспеченности данным питательным элементом. Равномерное распределение илистой фракции в пределах почвенного профиля черноземов в значительной мере определяет и равномерный характер распределения обменного калия.

При общем довольно равномерном распределении обменного калия в профиле черноземов наблюдается выраженный максимум в верхнем горизонте, достоверность которого доказана математически. В этом горизонте накопление обменного калия определяется его биогенной аккумуляцией и связано с содержанием гумуса (r=0,88). При сопоставлении содержания и распределения обменной формы калия с его валовым количеством какой-либо связи между ними не намечается. Можно полагать, что содержание обменного калия в различных по генезису и свойствам почвах изменяется независимо от уровня валового калия, о чем свидетельствует отсутствие корреляционной связи между этими показателями.

По степени изменчивости обменный калий – средне варьирующий признак. Наблюдается общая тенденция возрастания вариабельности данного признака с увеличением интенсивности проявления элювиально-иллювиальных процессов и в сторону почв с пониженным количеством обменного калия. Величина относительного содержания данной формы калия (доля обменного калия от общего содержания) составляет несколько более 1%.

Для объективной характеристики калийного состояния почв определяющее значение имеет система оценочных показателей. Они предусматривают одновременное использование параметров, характеризующих как валовое содержание калия и количественный состав его форм и запасов (экстенсивные показатели), так и термодинамических, определяющих мобилизационные способности почвы [7]. В связи с этим, в работе использованы показатели и характеристики, основанные на термодинамических представлениях об ионообменном равновесии в системе почва – почвенный раствор [4, 8] – калийный потенциал (КП=pK-0,5pCa) и потенциальная буферная способность почв в отношении калия ($ПБС^{K}$).

Термодинамические показатели имеют высокую информативность, поскольку они связаны с константой ионного обмена между кальцием и магнием почвенного поглощающего комплекса и калием почвенного раствора и дают сведения об интенсивности протекания этих процессов, об активности ионов калия в почвенной среде и соотношении его с другими катионами. Каждая почва имеет значение калийного потенциала, соответствующее определенным условиям калийного питания растений. Согласно градациям Вудруффа, изменение величины калийного потенциала от – 3500 до – 4000 кал (2,5-2,9) свидетельствует о недостатке калия для роста и развития растений; –2500 до – 3000 кал (1,8-2,2) соответствует оптимальным условиям калийного питания растений; – 2000 кал (1,5) и ниже свидетельствует об избытке калия «люкс-питание». Потенциальная буферная способность почв в отношении калия считается очень низкой при величине <20, низкой – от 20 до 50, средней – при величине от 50 до 100, повышенной – от 100 до 200 и высокой – >200.

По результатам определений для изученных образцов почв построены графики потенциальной буферной способности в отношении калия [4]. Все они имеют типичную для данного показателя форму, соответствующую литературным данным. Выявлено три типа кривых $ПБС^{K}$. Первый тип кривой – это традиционный, описанный Бекеттом. Данная кривая имеет прямолинейную форму в верхней своей части, которая соответствует обмену на однородных отрицательно заряженных неспецифических обменных позициях, и криволинейную в нижней части, которая описывает обмен на селективных к калию позициях. Этот тип кривой характерен для почв, содержащих больше всего иллитов (в том числе и педогенных), высокоразрядных лабильных силикатов и вермикулита. Именно эти минералы и определяют наличие специфических обменных позиций в верхнем горизонте исследованных выщелоченных чернозёмов. Для некоторых горизонтов графики $ПБС^{K}$ представлены прямыми линиями. Это свидетельствует о том, что в данных горизонтах выход калия происходит только с неспецифических однородных обменных позиций, что позволяет предполагать о

преобладании в составе илистых фракций монтмориллонита и отсутствии вермикулитовых минералов. Для остальных подтипов черноземов характерен тип кривой ПБС^{K}, форма которого близка к S-образной. S-образная форма кривой свидетельствует о наличии двух типов неспецифических обменных позиций, которые указывают на присутствие в составе илистых фракций почв монтмориллонита и вермикулита или разбухающих минералов группы монтмориллонита, имеющих разный заряд. Следует подчеркнуть следующую особенность кривых ПБС^{K}: практически все экспериментальные точки на графиках ПБС^{K}, кроме самой первой при нулевой концентрации калия в исходном растворе, расположены выше оси абсцисс, что соответствует процессу поглощения почвой калия при соответствующем соотношении калия и кальция в растворе. В связи с этим можно считать, что во всех исследованных черноземах ПБС^{K} указывает на способность почв поглощать калий из раствора, а не десорбировать ионы калия в раствор.

В соответствии со значениями величин калийного потенциала (0,91-0,99), непосредственно доступного калия – ΔK_0 (0,53-0,54), а также величинами калийной потенциальной буферной способности (206-216) наиболее благоприятные условия калийного питания растений складываются в подтипах обыкновенных черноземов. Можно утверждать, что чем выше ПБС^{K}, тем устойчивее равновесие между калием твердой фазы почв и почвенного раствора, тем больше способность почвы сохранить и поддержать присущий ей уровень эффективного плодородия почв в отношении калия. У почв с высокими значениями ПБС^{K} критический уровень содержания калия в растворе (уровень, ниже которого калийные удобрения начинают действовать) меньше, чем у почв с низкой ПБС^{K}. Более высокая калийная буферная способность согласуется с лучшими адсорбционными свойствами почвы при поглощении калия из растворов. Величины калийной потенциальной буферной способности имеют тесную связь с содержанием в почвах обменного калия (r=0,98). Обыкновенные черноземы обладают и более высоким энергетическим потенциалом (величина свободной энергии Гиббса (–ΔG) колеблется от 1241 до 1691 кал), а также значительными ресурсами необменных (гидролизуемых) форм (123,8±4,6мг/100г почвы), являющихся ближними резервами наиболее доступных соединений этого элемента (обменных и водорастворимых).

Содержание валового калия в лугово-черноземных почвах, также как и во всех подтипах черноземов, достаточно высокое (1,97%±0,03%). Узкий диапазон колебаний общего калия в исследованных почвах свидетельствует об однотипности минералогического состава почвообразующих пород и незначительной роли процессов гидрогенной аккумуляции калия. Наблюдается корреляционная зависимость между содержанием валового калия и фракцией физической глины (r=0,86). В верхних горизонтах лугово-черноземных почв отмечается достоверное увеличение общего содержания калия по сравнению с материнской породой. Это объясняется тем, что в минералогическом составе илистой фракции отложений пониженных равнин (с преобладанием в них циркулирующих растворов, содержащих кальций и магний) возможны трансформационные преобразования смектитовых минералов в гидрослюды, так называемый процесс «иллитизации» набухающих минералов в результате необменной фиксации калия, и более энергичный процесс гидратации слюд. Основную долю от валового содержания (81-94%) составляет калий минерального скелета (негидролизуемый соляной кислотой). По величине силикатного калия профиль данных почв не дифференцирован, распределение его контролируется количеством первичных калийсодержащих минералов и гранулометрическим составом.

Источником необменных форм калия, являющихся ближним резервом для пополнения доступных для растений соединений, являются иллитовые минералы, присутствующие в составе наиболее дисперсных илистых фракций. Содержание гидролизуемых форм составляет около 4% от общих запасов и колеблется в широких пределах, что связано с минералогическим составом почв и реакцией среды. Большое влияние на перераспределение гидролизуемого калия оказывают окислительно-восстановительные условия. Более низкие значения Eh в глеевых горизонтах определяют пониженную способность минеральной основы почв фиксировать калий.

По среднему содержанию обменной формы калия (26,2±1,4 мг/100 г) лугово-черноземные почвы приближаются к черноземам обыкновенным. Профильное распределение обменного калия глинисто-иллювиальных черноземов находится в прямой корреляционной зависимости от содержания илистой фракции и связано с биогенной аккумуляцией.

Смена окислительно-восстановительных условий, способствующая расшатыванию кристаллической решётки глинистых минералов, является причиной податливости поглощённого калия к ионообменным реакциям, что подтверждается высокими величинами активностей ионов калия и удовлетворительными показателями калийного потенциала (1,46-2,77) в гумусово-аккумулятивных горизонтах, что в соответствии с градациями Вудруффа, свидетельствует о благоприятных условиях калийного питания лугово-черноземных почв. Значения потенциальной буферной способности в отношении калия в профиле почв колеблются в узких пределах (284-297), достигая максимума в нижних оглеенных горизонтах. Буферная способность является тем показателем, который характеризует состояние почв не только в настоящий момент, но и даёт долговременный прогноз способности почвы поддерживать величину доступного для растений калия на определённом уровне. Выявленные связи между интенсивными показателями калийного состояния, физико-химическими параметрами почв и гидротермическими условиями позволяют определить значимость и долю влияния отдельных факторов на способность полугидроморфных почв противостоять внешним воздействиям и восстанавливать нарушенное равновесие по отношению к калию.

Заключение. В настоящее время в черноземах, приуроченных к лесостепным и степным ландшафтам Западной Сибири, складывается наиболее благоприятное равновесие форм калия; в этих же почвах буферные способности в отношении данного элемента питания являются оптимальными. Выявленные региональные особенности ресурсов почвенного являются основой дифференцированного подхода к обоснованию масштабов применения калийных удобрений, а также комплекса мер по направленному регулированию калийного режима данных почв. Установление пространственных закономерностей ресурсов почвенного калия даёт возможность прогнозирования последствий, вызванных антропогенным воздействием.

Список литературы

1. Генезис, эволюция и география почв Западной Сибири / Гаджиев И.М., Курачев В.М., Шоба В.Н. и др. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. 224 с.

2. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова; отв. ред. Г.В. Добровольский. Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Российской акад. с.-х. наук, Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, Докучаевское о-во почвоведов. Смоленск: Ойкумена, 2004. 341 с.

3. Важенин И.Г. Методы определения калия в почве // Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. С. 191-218.

4. Медведева О.П. Определение калийного потенциала и потенциальной буферной способности почв в отношении калия // Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. С. 219-227.

5. Середина В.П. Калий и почвообразование. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2012. 354 с.

6. Середина В.П. Оценка калийного состояния почв на основе термодинамических показателей: современные подходы и принципы // Геоэкологические проблемы почвоведения и оценки земель: Материалы Международной конференции / Под ред. Л.И. Герасько. Томск: ТГУ, 2002. С. 349-357.

7. Спозито Г.Л. Термодинамика почвенных растворов. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. 240 с.

УДК 556.51
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1234-1239

ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ УРАЛ

TRANSFORMATION OF AGRICULTURE NATURE MANAGEMENT IN THE URAL RIVER BASIN

Сивохип Ж.Т., Павлейчик В.М.
Sivokhip Zh.T., Pavleichik V.M.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
Institute of Steppe Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: sivohip@mail.com

Аннотация. Проведен пространственный анализ трансформации сельскохозяйственного природопользования в бассейне реки Урал. Установлено, что для большинства водосборных территорий (притоки 1 порядка) характерно сокращение площади пахотных угодий. Рост площадей пашни зафиксирован для водосборов с изначальной высокой долей пахотных угодий (южные склоны Общего Сырта, возвышенности Предуралья и равнины Зауралья). К основным факторам трансформации отнесены – сокращение государственного участия в развитии агарного сектора; депопуляция и отток населения; изменение структуры использования земель сельскохозяйственного назначения и др. В итоге, в структуре пахотных угодий возросла площадь не возделываемых земель (залежей), в первую очередь за счет малопродуктивных и сложно обрабатываемых участков пашни. Общие тенденция изменения территориальной структуры сельскохозяйственного природопользования показаны на примере бассейна реки Большая Хобда. Дана характеристика отдельных видов гидромелиоративных работ, проводимых для улучшения природных условий сельскохозяйственного использований угодий. Предложены мероприятия по эколого-гидрологической оптимизации водосборных территорий со значительной долей мало востребованных земель.

Ключевые слова: бассейн реки Урал, широтная зональность, землепользование, гидромелиоративные работы, залежные земли.

Abstract. A spatial analysis of the transformation of agricultural environmental management in the Ural River Basin was carried out. It has been established that most drainage areas (first-order tributaries) are characterized by a reduction in the area of arable land. An increase in the area of arable land was recorded for watersheds with an initially high proportion of arable land (the southern slopes of the Obshchiy Syrt, the uplands of the Predural'ye and the plains of the Zaural'ye). The main factors of transformation include: reduction of state participation in the development of the agricultural sector; depopulation and outmigration; changes in the structure of agricultural land use, etc. As a result, the area of uncultivated land (fallow lands) in the structure of arable land has increased, primarily due to unproductive and difficult to cultivate arable land areas. General trends in changes in the territorial structure of agricultural environmental management are shown using the example of the Bolshaya Khobda River basin. The characteristics of certain types of irrigation and drainage work carried out to improve the natural conditions of agricultural land use are given. Measures have been proposed for the ecological and hydrological optimization of watershed areas with a significant proportion of little-used land.

Key words: Ural River basin, zoning, land use, irrigation and drainage works, fallow lands.

Введение. Формирующиеся в бассейнах рек типы природопользования как правило основаны на природно-ресурсном потенциале территорий. Бассейн реки Урал характеризуется неоднородным распределением природных ресурсов, что, главным образом, обусловлено: 1) проявлением широтной зональности ландшафтов и их компонентов; 2) расположением в пределах различных геолого-тектонических структур и в геоморфологических условиях. Смена широтно-зональных условий (в свою очередь определяющих дифференциацию ландшафтной оболочки и слагающих ее компонентов) является главной причиной неоднородности фоновых типов природопользования, основанных на территориально широком использовании естественных ресурсов [1]. Рассматриваемая территория охватывает спектр природных зон от широколиственных лесов на севере до северных пустынь в нижнем течении реки. Соответственно изменяется потенциал и состав используемых ресурсов водосборных площадей (климатических, земельных и почвенных, растительных, лесных, водных и др.), а в конечном

итоге – характер и уровень антропогенной трансформации ландшафтов при фоновом природопользовании.

В пределах бассейна реки Урал из отраслей фонового природопользования доминирующее развитие получило сельскохозяйственное использование земель. Районы преобладающего развития растениеводства соответствуют распространению зональных пахотнопригодных типов почв, а районы пастбищного животноводства охватывают более южные засушливые степные ландшафты на темно-каштановых почвах. Соответственно, современная пространственная организация сельскохозяйственного природопользования в бассейне р. Урал характеризуется значительной территориальной и отраслевой дифференциацией.

Материалы и методы исследования. Анализ трансформации фонового природопользования в бассейне реки Урал включает обобщение многолетних данных (динамика площади пахотных угодий; поголовье КРС и др.), отраженных в региональных статистических ежегодниках [2-3]. На основе геоинформационных материалов, находящихся в открытом доступе, проанализированы особенности пространственной структуры фонового природопользования. С использованием глобальных данных по пахотным угодьям [4], рассчитаны показатели распаханности водосборов бассейна реки Урал и их динамику. Более детально особенности пространственной структуры землепользования рассмотрен на примере ключевой водосборной территории реки Большая Хобда с применением разновременных снимков Landsat и верификацией результатов экспедиционными исследованиями.

Результаты и их обсуждение. В целом, для исследуемого бассейна характерны периоды скачкообразного развития фонового природопользования, обусловленные динамикой экономической активности населения и государственными инициативами. Районы развития растениеводства связаны с благоприятными агроклиматическими условиями и высоким ресурсным потенциалом черноземных почв лесостепи, северных и типичных степей. Особенностью земледельческого освоения в бассейне р. Урал стало вовлечение в пахотный оборот обширных массивов в период целинной кампании (1954-1965) вдоль южной границы пахотной пригодности, охватывающие в том числе территории с малопродуктивными почвами, сложными к возделыванию и испытывающими впоследствии негативные процессы (эрозия, засоление, снижение запасов гумуса и др.). В постсоветский период в пределах рассматриваемой территории произошла значительная трансформация сельскохозяйственного природопользования в российских и казахстанских регионах. Так, в зоне рискованного земледелия в Оренбургской области к началу XXI века стихийно выбыло от 10 до 30% посевных площадей, в Западно-Казахстанской и Актюбинской областях – до 60-70%.

Аналогичные изменения зафиксированы и в структуре водосборных территорий реки Урал *(рисунок 1)*. В течение 2003-2019 годов на большинстве водосборов наблюдалось сокращение пахотных угодий, как по показателю распаханности (доля пашни относительно площади водосбора), так и по показателю динамики площади пашни. В среднем доля пашни в площади водосбора сократилась не более чем на 10%, превышения этого значения отмечены лишь на водосборах некоторых левобережных притоков р. Урал (Бердянка, Донгуз, Уртабуртя и Буртя) и в верхнем течении – водосборы рек Сакмара (до верхнего бьефа Сакмарского водохранилища), Янгелька, Зингейка и Таналык. Рост площадей пашни отмечен на водосборах с долей пашни более 50% от площади водосбора – правобережные притоки южных склонов возвышенности Общий Сырт (Кинделя, Иртек, Елтышовка), возвышенностей Предуралья (Салмыш, нижнее течение Сакмары, Юшатырь, Накас, Ташла), а также в Зауралье (Суундук).

На темпы сокращения интенсивности аграрного производства оказали влияние как общие факторы (социально-экономических кризис, депопуляция и отток населения из сельской местности, деградация почв и др.), так и внутрирегиональная специфика. Существенным фактором изменения сельскохозяйственного производства в российской части бассейна стало значительное уменьшение государственного участия, что в итоге привело к экономической поляризации хозяйствующих субъектов [5]. В регионах Республики Казахстан, в середине 1990-х годов, была официально проведена оптимизация сельскохозяйственного производства, включающая в том числе изменение структуры использования сельскохозяйственных земель. В частности, из оборота были выведены миллионы гектаров низкопродуктивных земель, использование которых в условиях рыночной экономики было лишено экономической целесообразности.

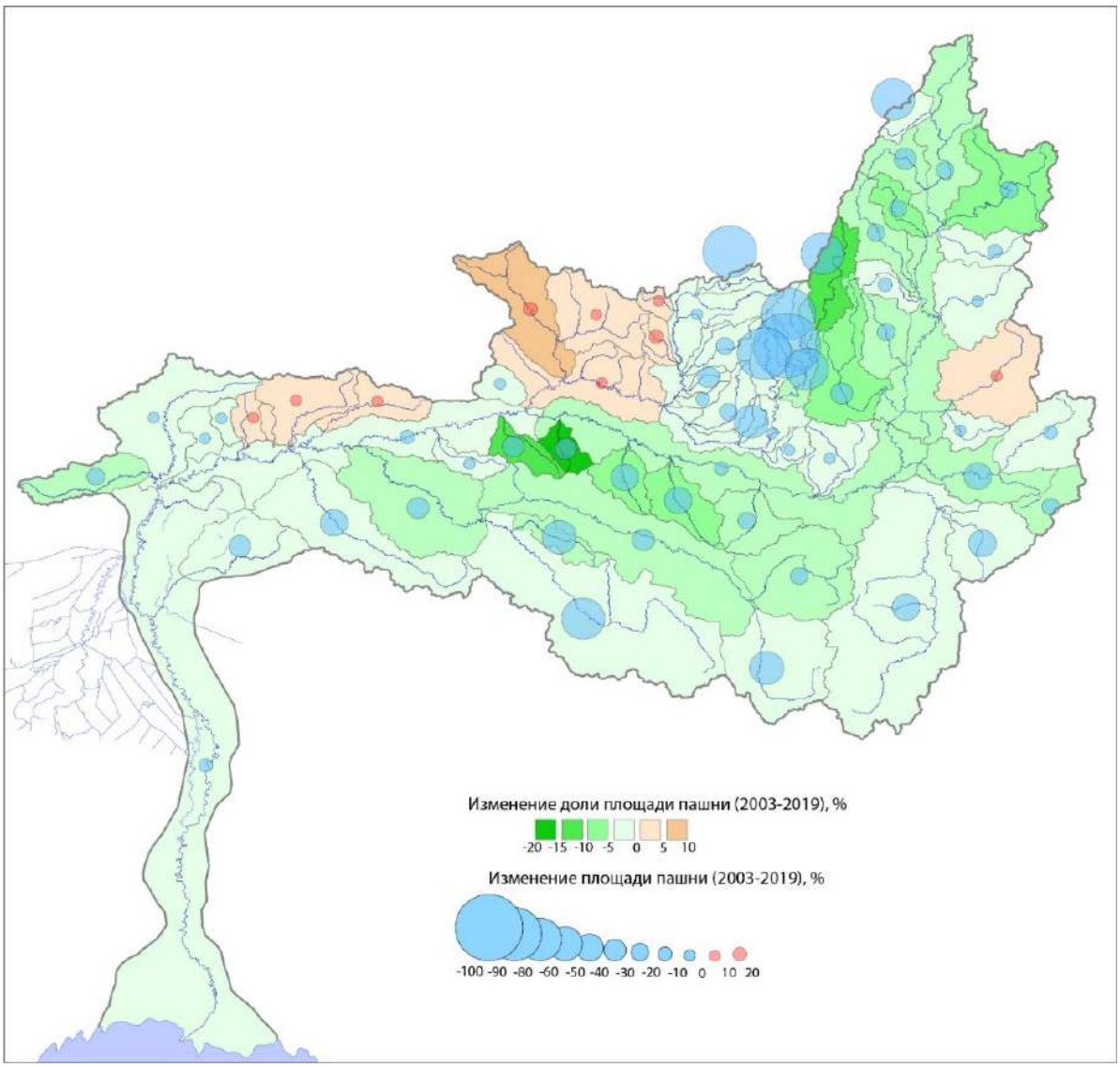


Рисунок 1. Динамика пахотных угодий в бассейне р. Урал (2003-2019 гг.).

Отмеченные выше тенденции отчетливо прослеживаются на примере бассейна реки Большая Хобда. Река Большая Хобда (с притоком Малая Хобда) – типичная степная река, левый приток р. Илек. Берёт начало в западных отрогах Северных Мугоджар, течёт на северо-запад по Подуральскому плато в Актюбинской области Республики Казахстан, устье расположено на границе с Оренбургской областью. Вода реки и притоков интенсивно используется для орошения. Интенсивное земледельческое освоение территории бассейна р. Большая Хобда началось в 50-е гг. XX столетия, в период проведения целинной кампании. В итоге, к середине 80-х годов доля пашни в структуре земельных угодий в бассейнах рек Большая и Малая Хобда достигла максимальных значений – 32 и 40% соответственно *(рисунок 2, таблица 1)*.

Анализ динамики пространственной структуры пахотных угодий в бассейне реки Большая Хобда позволяет сделать следующие выводы: пространственный рисунок пахотных угодий соответствует морфометрическим особенностям водосборных территорий исследуемых рек; максимальное сокращение площади пашни характерно для периода 1995-2007 гг.; в настоящее время, несмотря на отмечаются разнонаправленные процессы – рост площади пахотных угодий в российской части бассейна с четкой ориентацией к сельским населенным пунктам, и сокращение в казахстанской части.

В процессе сельскохозяйственного освоения водосборных территорий степной зоны, происходит интенсивное вовлечение в структуру природопользования водного компонента, что в свою очередь обусловливает трансформацию качественного и количественного состояния ресурсов речного стока. Так, в аспекте воздействия на эколого-гидрологическую ситуацию в бассейне р. Урал в животноводческой отрасли наиболее значим вклад выпасаемого скота, в

первую очередь – крупного рогатого, овец и коз. Деградация почвенно-растительного покрова (часто на придолинных и прирусловых участках) приводит к изменения условий стокоформирования, активизации процессов механического переноса частиц грунта, поступлению органических загрязнителей. На удалении от крупных водотоков обычно сооружаются объекты скотоводческой инфраструктуры (летние и зимние места содержания скота, водопойные пруды) для равномерного освоения пространства безводных пастбищных угодий.

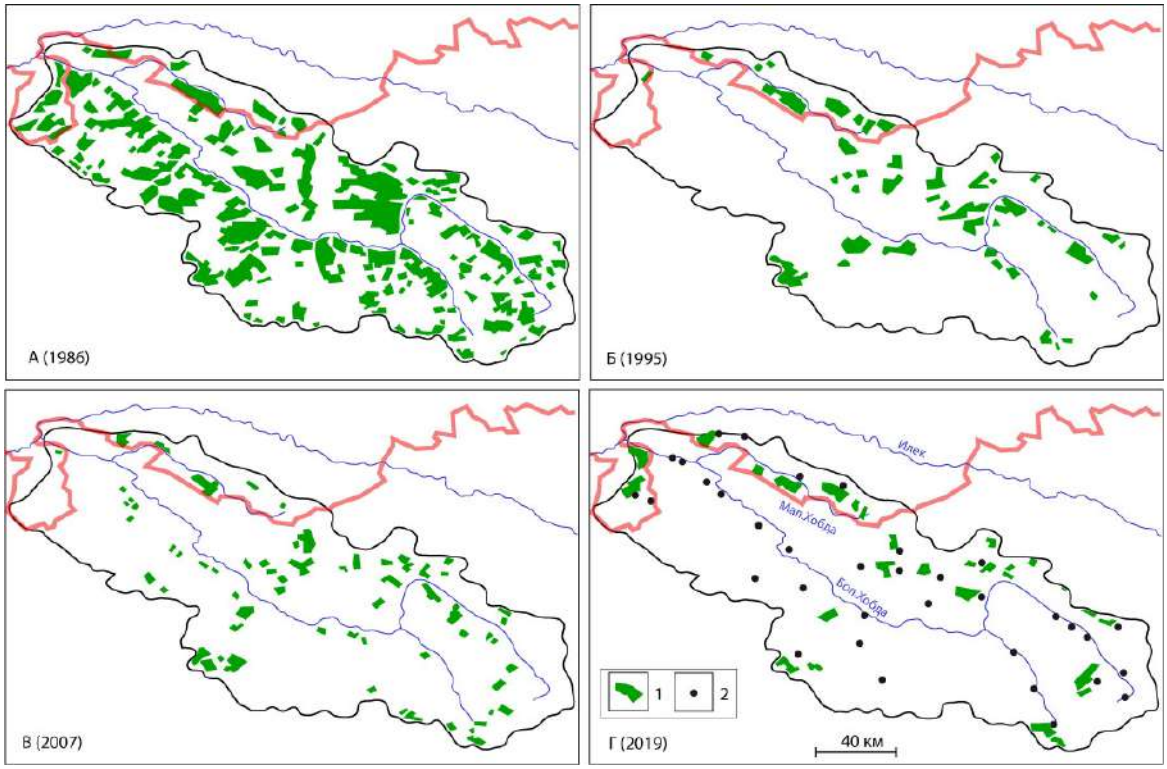


Рисунок 2. Динамика пахотных угодий в бассейне р. Большая Хобда (1986-2019 гг.) по данным спутниковых изображений Landsat (1 – возделываемые пашни; 2 – сельские населенные пункты).

Таблица 1

Динамика земельных угодий в бассейне р. Большая Хобда

	1986, км^2	S водосбора, %	1995, км^2	S водосбора, %	2007, км^2	S водосбора, %	2019, км^2	S водосбора, %
Река Большая Хобда								
Пашня	4732,9	32	929,2	6,4	891,5	6,1	701,9	4,8
Другие категории	9847,1	68	13650,8	93,6	13688,5	93,9	13878,1	95,2
Река Малая Хобда								
Пашня	377,9	40	265,9	28	118,5	13	174,5	18
Другие категории	565,5	60	677,1	72	824,9	87	768,9	82

В земледельчески освоенной части бассейна в условиях недостатка пастбищных угодий чрезмерную пастбищную нагрузку претерпели земли не пригодные для распашки – элементы эрозионно-речных, холмисто-увалистых и низкогорных геосистем. Практически повсеместно наблюдается деградация придолинных участков, используемых в качестве пастбищных угодий, и концентрация животноводческих ферм и летних лагерей скота в непосредственной близости от водотоков, что существенно усиливает объемы поступления органических загрязнений.

Одним из факторов трансформации стока на локальных территориях являются последствия гидромелоративных работ, активно проводимых в XX веке для улучшения природных условий сельскохозяйственного использований угодий. В южных степных районах для обводнения пастбищ и сенокосных угодий проводились опыты аккумуляции талой снеговой воды посредством системы дамб *(рисунок 3)*. Подобные гидромелиоративные работы, как и на многих поливных участках, часто заканчивались засолением почвенного профиля и деградацией кормовых угодий.

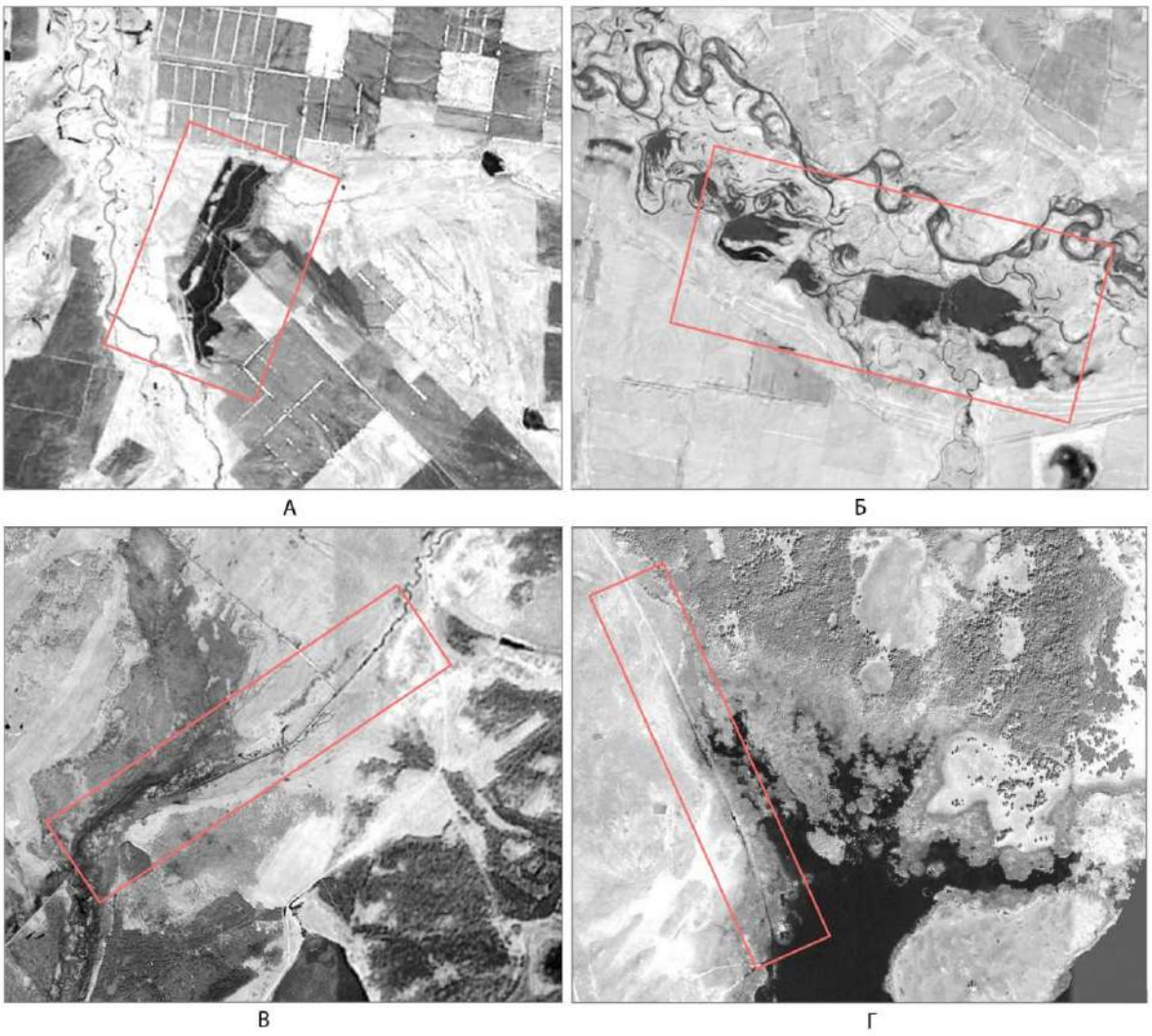


Рисунок 3. Примеры гидромелиоративных мероприятий в бассейне р. Урал. Опыт обводнения при помощи дамб – А – склон долины р. Буртя (пос. Буртинский), Б – пойма р. Урал (с. Крючковка - Буранчи). Дренирование местности – В – спрямление русла р.Урал в его верховьях (с. Рысаево), Г – дренажные канавы в долине р. Таналык в районе оз. Графское.

В районах с относительно пониженным рельефом, напротив, проводились работы по улучшению степени дренированности. Для этого на пониженных участках сооружалась система дренирующих каналов (канав), либо искусственно спрямлялось русло рек *(рисунок 3, В и Г)*. Подобные мероприятия относительно широко проводились в восточных предгорьях Урала и в Таналыкской депрессионной зоне. Ввиду локального проведения мелиоративных мероприятий в бассейне Урала (как и горных работ в поймах рек) их влияние на формирование речного стока незначительно. Тем не менее, необходимо отметить актуальность систематизации и анализа подобных сведений, что позволяет оценить характер геоэкологических и экономических последствий хозяйственной деятельности.

Выводы. Анализ динамики структуры сельскохозяйственных угодий в бассейне реки Урал позволяет сформулировать следующее:

1. В целом по бассейну реки Урал наблюдаются разнонаправленные тенденции. Отдельные районы (в основном относящиеся к лесостепям и северным степям Предуралья и Зауралья) демонстрировали устойчивость сельскохозяйственного производства к неблагоприятным макроэкономическим условиям. В то же время, многие районы за последние 20-30 лет по разным причинам сократили объемы сельскохозяйственного производства, что проявилось в трансформации системы расселения, структуры сельскохозяйственного производства и формированию обширных площадей мало востребованных земель.Наиболее заметные изменения произошли в животноводческом секторе, что привело к резкому сокращению поголовья скота, снижению пастбищной нагрузки на угодья, ликвидации часть сопутствующей инфраструктуры (фермы, летние лагери скота, водопойные пруды). В структуре пахотных угодий возросла площадь не возделываемых земель (залежей), в первую очередь за счет малопродуктивных, сложно обрабатываемых, удаленных от населенных пунктов участков пашни.

2. С точки зрения эколого-гидрологической оптимизации водосборных территорий со значительной долей мало востребованных земель (особенно для левобережных притоков р. Урал в восточной части бассейна), одним из принципов может стать их включение в систему крупных ООПТ или организации отдельных ООПТ. Особенно актуально данное предложение, если учесть тот факт, что крупные ООПТ бассейна р. Урал расположены в приводораздельных участках, в связи с чем они функционально неполноценны, так как не охватывают весь спектр экологических связей.

3. Актуальной проблемой остается гидрологическая оценка косвенного влияния богарного земледелия на динамику и качество ресурсов речного стока, что связано со сложными процессами взаимодействия природных и антропогенных факторов. В целом считается, что агротехнические и агролесомелиоративные мероприятия в засушливых районах уменьшают склоновый и речной сток. Результаты исследования влияния распаханности степных водосборов (прежде всего зяблевой пахоты) на динамику поверхностного стока талых вод и коэффициента стока соответствует изменениям доли зяби [6]. При проведении подобных оценок, необходимо учитывать механизмы саморегулирования гидрологических систем, особенно в условиях хозяйственной деятельности. Например, введение зяблевой пахоты, приведшей к уменьшению поверхностного склонового стока, будет частично компенсировано за счет увеличения его подземной составляющей [7]. Кроме того, на современном этапе острой и нерешенной проблемой остается оценка диффузного загрязнения рек и водоемов, пространственная специфика которого непосредственно зависит от структуры использования земель на водосборах [8].

Таким образом, в пределах бассейна р. Урал сформировалась устойчивая система фонового природопользования, основанная на принципе максимально возможного освоения естественных ландшафтов степной зоны, что в свою очередь актуализирует необходимость регламентации сельскохозяйственной нагрузки на водосборные территории.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания: «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем» № АААА-А21-121011190016-1.

Список литературы

1. Рунова Т.Г., Волкова И.Н., Нефедова Т.Г. Территориальная организация природопользования. М.: Наука, 1993. 208 с.

2. Регионы России. Социально-экономические показатели в 2020 году. Статистический сборник. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204.

3. Регионы Казахстана в 2020 году. Статистический ежегодник. Нур-Султан, 2021. 455 с.

4. Potapov P., Hansen M.C., Pickens A., Hernandez-Serna A., Tyukavina A., Turubanova S., Zalles V., Li X., Khan A., Stolle F., Harris N., Song X-P., Baggett A., Kommareddy I., and Kommareddy A. The global 2000-2020 land cover and land use change dataset derived from the Landsat archive: first results // Frontiers in remote sensing. 2022. 13, April. DOI: 10.3389/frsen.2022.856903.

5. Нефедова Т.Г. Основные тенденции изменения социально-экономического пространства сельской России // Известия Российской академии наук. Серия географическая, 2012. № 3. С. 5-21.

6. Нестеренко Ю.М. Водная компонента аридных зон: экологическое и хозяйственное значение. Екатеринбург, 2006. 285 с.

7. Коронкевич Н.И. Некоторые направления географо-гидрологических исследований // Географические направления в гидрологии / Под ред. Н.И. Коронкевича, Г.М. Черногаевой. М., 1995. С. 30-48.

8. Ясинский С.В., Кашутина Е.А. Сидорова М.В. Диффузное загрязнение водных объектов равнинных территорий: проблемы оценки // Известия РАН. Серия географическая, 2023. Т. 87. № 1. С. 115-130.

УДК 633.11:581.142
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1240-1242

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ДИКИХ КОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF THE POPULATION OF WILD UNGULATES OF THE ROSTOV REGION

Симонович Е.И.[1], Сидельников В.В.[2], Сидельников В.В.[3]
Simonovich E.I.[1], Sidelnikov V.V.[2], Sidelnikov V.V.[3]

[1]Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, Россия
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области», Ростов-на-Дону, Россия
[3]ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора, Ростов-на-Дону, Россия

[1]Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
[2]FBUZ "Center for Hygiene and Epidemiology in the Rostov Region", Rostov-on-Don, Russia
[3]FKUZ "Rostov-on-Don Anti-Plague Institute" of Rospotrebnadzor, Rostov-on-Don, Russia

E-mail: [1,2]elena_ro@inbox.ru, [3]vlvsvl@mail.ru

Аннотация. Структура охотничьих угодий Ростовской области включает 210 закрепленных охотничьих угодий и 46 участков общедоступных охотничьих угодий на территории 43 муниципальных районов. В границах Ростовской области места обитания диких копытных животных приурочены к естественным и искусственно созданным лесам, а также поймам рек. Основными положительными антропогенными факторами являются работы по лесовосстановлению, в том числе создание хвойных и лиственных насаждений, наличие посевов озимых зерновых и технических культур вблизи мест обитания диких копытных животных, увеличивающие кормовые возможности угодий. Основными отрицательными антропогенными факторами, которые могут оказать влияние на состояние популяции диких копытных животных, являются лесохозяйственные мероприятия, в том числе уходные работы, а также лесные пожары, массовый сбор грибов и ягод в местах обитания диких копытных животных. В настоящее время воздействие хищников на состояние популяций копытных животных можно считать минимальным, из основных факторов, лимитирующих их численность и, при определенных обстоятельствах, может занимать второе место после антропогенного. В результате проводимых работ по регулированию численности плотоядных животных на территории Ростовской области наблюдается рост численности копытных. В последние годы в РО численность некоторых охотничьих копытных восстановилась, их поголовье стабильно и в целом имеет тенденцию увеличения.

Ключевые слова: Дикие копытные животные, Ростовская область, леса, плотоядные животные, лось, косуля, европейский олень.

Abstract. The structure of the hunting grounds of the Rostov region includes 210 fixed hunting grounds and 46 sites of publicly accessible hunting grounds on the territory of 43 municipal districts. Within the boundaries of the Rostov region, the habitats of wild ungulates are confined to natural and artificially created forests, as well as floodplains of rivers. The main positive anthropogenic factors are reforestation, including the creation of coniferous and deciduous plantations, the presence of winter grain crops and industrial crops near the habitats of wild ungulates, increasing the forage possibilities of the lands. The main negative anthropogenic factors that can affect the state of the population of wild ungulates are forestry measures, including maintenance work, as well as forest fires, mass harvesting of mushrooms and berries in the habitats of wild ungulates. Currently, the impact of predators on the state of hoofed animal populations can be considered minimal.

Key words: Wild ungulates, Rostov region, forests, carnivores, elk, roe deer, european deer.

Введение. Структура охотничьих угодий Ростовской области включает 210 закрепленных охотничьих угодий и 46 участков общедоступных охотничьих угодий на территории 43 муниципальных районов. Общая площадь охотничьих угодий составляет 9 479,3 тыс. га, в том числе закрепленные охотничьи угодья – 7 166,3 тыс. га, общедоступные охотничьи угодья – 2 313,0 тыс. га. Виды деятельности в сфере охотничьего хозяйства осуществляют 64 охотпользователя.

Различные копытные исторически были характерны для степной зоны. На открытых просторах обитали тарпаны и сайгаки, в древесной растительности в поймах рек и буераках, аренных лесах – лось, благородный олень и косуля, в тростниковых и древесных зарослях – кабан. По мере освоения людьми Донских степей копытные начали испытывать их возрастающее негативное влияние. К концу XVIII в. исчезли тур, зубр, лось, а в следующем веке – тарпан, косуля, благородный

олень [1, 3]. В I-ой половине XX в. проблемы охраны природы были второстепенными, и копытные практически отсутствовали. Только сайгак, в результате комплекса охранных мер, опять появился в юго-восточных р-нах Ростовской области (РО) [2].

Материалы и методы. С 2022 года в Ростовской области учет численности диких копытных животных осуществлялся по методике, утвержденной приказом ФГБУ «ФЦРОХ» от 24.11.2021 № 88 и рекомендованной Минприроды России.

Результаты исследований и их обсуждение. В границах Ростовской области места обитания диких копытных животных приурочены к естественным и искусственно созданным лесам, а также поймам рек. Наиболее продуктивными местами обитания диких копытных животных являются пойменные и байрачные леса с преобладанием в породном составе старовозрастных продуктивных дубняков (влажные и травянистые дубравы), с участками пойменных лугов и полей, которые повышают мозаичность угодий. Здесь складываются благоприятные условия для обитания лося (*Alces alces* L.), европейского оленя (*Cervus elaphus elaphus* L.), пятнистого оленя (*Cervus nippon* T.), лани (*Dama dama* L.), европейской косули (*Capreólus capreólus* L.).

Донской край один из самых малолесных регионов России (лесистость составляет 2,4%, лесистость Южного федерального округа – 6,2%, России – 46,4%). Наименее продуктивны средневозрастные и старовозрастные насаждения сосны крымской и обыкновенной на сухих песчаных почвах (сосняки сухие лишайниковые). Эти угодья копытные осваивают в основном в зимний период при наличии глубоких снегов и наста в лиственных лесах.

Обитают копытные также и в травянистых пойменных комплексах низовий Дона и долины Маныча. Здесь складываются благоприятные условия для обитания косули европейской.

Сельхозугодья (сенокосы, пастбища, поля, рисовые чеки) служат в основном кормовыми угодьями и посещаются копытными животными в определенное время года, в основном в период активной вегетации травостоя либо в период созревания урожая. Площади, пригодные для обитания копытных животных, не являются постоянными. Происходят незначительные изменения площадей по естественным причинам (пожары, выгорание сухой растительности, подтопления, искусственное озеленение, земляные работы, производимые человеком). Основными отрицательными антропогенными факторами, которые могут оказать влияние на состояние популяции диких копытных животных, являются лесохозяйственные мероприятия, в том числе уходные работы, а также лесные пожары, массовый сбор грибов и ягод в местах обитания диких копытных животных. Кроме того, отрицательное влияние оказывают хищные млекопитающие – волк, шакал и бродячие собаки. К отрицательным погодным факторам можно отнести наледи и насты при устойчивом снежном покрове глубиной выше 40 см, засухи в летне-осенний период. Основными положительными антропогенными факторами являются работы по лесовосстановлению, в том числе создание хвойных и лиственных насаждений, наличие посевов озимых зерновых и технических культур вблизи мест обитания диких копытных животных, увеличивающие кормовые возможности угодий. Зимний период наиболее сложный в жизни охотничьих ресурсов, в это время кормовая емкость охотничьих угодий заметно ниже, чем в летний и осенний периоды. Действие отрицательных климатических факторов наиболее выражено. Нивелировать действие этих факторов в некоторой степени позволяет проведение комплекса биотехнических мероприятий, в том числе подкормка животных и создание кормовых полей.

Основная масса охотпользователей, за которыми закреплены угодья, активно развивают направление по подкормке диких копытных животных путем заготовки и выкладки кормов. Добыча плотоядных животных производится как в рамках сезона охоты, так и в соответствии с постановлениями минприроды Ростовской области «О регулировании численности охотничьих ресурсов на территории Ростовской области». В настоящее время воздействие хищников на состояние популяций копытных животных можно считать минимальным, из основных факторов, лимитирующих их численность и при определенных обстоятельствах, может занимать второе место после антропогенного. В результате проводимых работ по регулированию численности плотоядных животных на территории Ростовской области наблюдается рост численности копытных.

По данным послепромысловых учетов численность диких копытных животных в 2022 году составила в особях: лось – 645; европейский олень – 1860; пятнистый олень – 788; европейская косуля – 5900; лань – 380.

По данным послепромысловых учетов, проведенных в 2021 году, численность диких копытных животных составила в особях: лось – 446; европейский олень – 1656, пятнистый олень – 639; европейская косуля – 4923, лань – 366. По данным 2020 года, численность диких копытных

животных составила в особях: лось – 419; европейский олень – 1564, пятнистый олень – 596; европейская косуля– 4494, лань – 333 *(таблица 1)*.

Таблица 1

Численность диких копытных животных 2000-2022 г. (по данным Министерства природных ресурсов и экологии Ростовской области)

Вид охотничьего ресурса	2020 г. (особей)	2021 (особей)	2022 (особей)	Процент к 2021 г.
Лось	419	446	645	144,6
Европейский олень	1564	1656	1860	112,3
Пятнистый олень	596	639	788	123,3
Европейская косуля	4494	4923	5900	119,8
Лань	333	366	380	103,8

При сравнении данных численности видно, что по всем видам копытных животных наблюдается рост численности к предыдущему году в среднем на 21,7%.

Несовершенство законодательной базы в области охраны и использования охотничьих ресурсов позволяет браконьерам разрабатывать все более изощренные методы незаконной добычи диких копытных животных.

Несмотря на надлежащий уровень организации охраны охотничьих ресурсов, параллельно с ужесточением ответственности за незаконную добычу, браконьерам удается уйти от наказания и продолжать заниматься незаконной деятельностью.

На территории закрепленных и общедоступных охотничьих угодий разрешенные виды охоты осуществляются в соответствии с устанавливаемыми ежегодно лимитами и квотами добычи охотничьих ресурсов.

Несмотря на незначительную численность лося в районах области, нормы, установленные законодательством, позволяют вести его добычу на территории семи муниципальных районов области – Верхнедонском, Каменском, Миллеровском, Обливском, Советском, Чертковском и Шолоховском. Европейский олень обитает на территории Ростовской области неравномерно. Мощные очаги имеются в Азовском, Верхнедонском, Каменском, Тарасовском, Тацинском, Обливском, Шолоховском районах. Кроме того, его численность позволяет вести добычу также в Мартыновском, Миллеровском, Милютинском районах. Олень пятнистый является видом, искусственно акклиматизированным на территории области, и образует несколько самостоятельных группировок в Багаевском, Белокалитвинском, Тарасовском, Усть-Донецком, Константиновском, Азовском и Зерноградском районах. Косуля европейская обитает почти во всех районах области. Невысокий ежегодный объем изъятия косули европейской объясняется желанием охотпользователей увеличить ресурс данного вида в своих хозяйствах и довести ее плотность до хозяйственно-допустимых объемов для альтернативной замены дикому кабану. Добыча возможна на территории Багаевского, Белокалитвинского, Боковского, Верхнедонского, Волгодонского, Каменского, Кашарского, Константиновского, Куйбышевского, Матвеево-Курганского, Мартыновского, Миллеровского, Милютинского, Морозовского, Обливского, Родионово-Несветайского, Семикаракорского, Советского, Тарасовского,Тацинского,Усть-Донецкого, Чертковского и Шолоховского районов. Добыча лани возможна только на территории Азовского, Верхнедонского и Каменского районов.

Заключение. Таким образом, анализ приведенного выше материала свидетельствует, что в последние годы в РО численность некоторых охотничьих копытных восстановилась, их поголовье стабильно и, в целом, имеет тенденцию увеличения. Резервы для повышения охотничьих ресурсов в условиях РО имеются. К таким возможностям относятся совершенствование законодательства, правовых и нормативных актов по охотничьим животным и их строгое соблюдение.

Список литературы

1. Коломейцев С.Г., Белик В.П. Оценка роли современного менеджмента в формировании популяционной структуры диких копытных в условиях сильно фрагментированных ландшафтов степного Придонья // Тр. Ростовс. гос. оп.-охот. хоз-ва. Вып. 4. Ростов н/Д: ООО «Медифграф, 2014. 200 с.

2. Миноранский В.А., Добровольский О.П. Прошлое и настоящее охотничьих млекопитающих Нижнего Дона. Ростов н/Д: Foundation, 2013. 218 с.

3. Миноранский В.А., Сидельников В.В., Симонович Е.И., Малиновская Ю.В., Сидельников В.В. Мониторинг диких копытных в XVII-XX веках на территории современной Ростовской области // Биологическое разнообразие Кавказа и юга России: Материалы XVIII Междунар. науч. конф. Ч. II. Грозный: Академия наук ЧР, 2016. С. 285-288.

УДК 528.7:551.43:631.459
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1243-1245

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЗОНЕ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ДОНСКОЙ ГРЯДЫ

ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS IN THE CHESTNUT SOIL ZONE OF THE DON RIDGE

Синельникова К.П.
Sinelnikova K.P.

ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», Волгоград, Россия
Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences"
(Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences), Volgograd, Russia

E-mail: sinelnikova-k@vfanc.ru

Аннотация. Защитные лесные насаждения являются основной частью в системе мероприятий по борьбе с деградацией почв. Они формируют благоприятные условия для увеличения продуктивности почв, возрастает эффективность применения удобрений и повышается качество урожая. Объект исследования: защитные лесные насаждения, которые расположены в Серафимовичском районе Волгоградской области на территории Донской гряды. Анализ современного состояния защитных лесных насаждений проводился по архивным данным съемки спутника WorldView 3 с определением сохранности лесных насаждений. Методология базируется на положении о том, что объекты дистанционной оптической съемки с приемлемым разрешением достоверно отображаются на снимке. Методика основана на использовании геоинформационных программ для дешифрирования и анализа таких снимков с определением пространственных характеристик сохранности полога лесных насаждений различного типа, размещенных на территории исследования. Снимки сверхвысокого разрешения были получены с сервиса ESRI (провайдер Maxar). Для проведения исследования была разработана локальная ГИС лесных насаждений Серафимовичского района в зоне каштановых почв Донской гряды. В ходе анализа и обработки космокарты, составленной на территорию исследования, была разработана векторная карта защитных лесных насаждений и установлена их сохранность. Площади ЗЛН были распределены по степени их деградации, соответствующей сохранности. Проведенные исследования показали, что современное состояние защитных лесных насаждений имеет довольно высокую степень сохранности, но для оценки полноты выполнения ими функций защиты агроландшафтов необходимо создать на территории исследования законченную систему по научно-обоснованным нормам лесомелиоративного обустройства сельскохозяйственных угодий.

Ключевые слова: космоснимки, защитные лесные насаждения, сохранность, картографирование, геоинформационный.

Abstract. Protective forest plantations are the main part of the system of measures to combat soil degradation. They create favorable conditions for increasing soil productivity, increasing the efficiency of fertilizer application and improving crop quality. The object of the study: protective forest plantations, which are located in the Serafimovichi district of the Volgograd region on the territory of the Don ridge. The analysis of the current state of protective forest plantations was carried out using archival data from the WorldView 3 satellite survey to determine the safety of forest plantations. The methodology is based on the provision that remote optical imaging objects with acceptable resolution are reliably displayed in the image. The technique is based on the use of geoinformation programs for decryption and analysis of such images with the determination of spatial characteristics of the preservation of the canopy of forest plantations of various types located on the territory of the study. The ultra-high resolution images were obtained from the ESRI service (Maxar provider). To conduct the study, a local GIS of forest plantations of the Serafimovichi district in the zone of chestnut soils of the Don ridge was developed. During the analysis and processing of the space map compiled for the study area, a vector map of protective forest plantations was developed and their safety was established. The areas of the ZLN were distributed according to the degree of their degradation, corresponding to their preservation. The conducted studies have shown that the current state of protective forest stands has a fairly high degree of preservation, but in order to assess the completeness of their performance of the functions of protecting agricultural landscapes, it is necessary to create a complete system on the territory of the study according to scientifically based standards of forest reclamation of agricultural land.

Key words: satellite images, protective forest plantations, preservation, mapping, geoinformation.

Основная часть. Волгоградская область является одной из крупнейшим, ведущим регионом по производству сельскохозяйственных культур. На территории Волгоградской области площадь под общую посевную на 2023 год составляет 3318,1 тыс. га [1]. Наличие защитных лесных насаждений (ЗЛН) на агроландшафте является эффективным средством для уменьшения влияния процесса дефляции, задержания снега на полях, регулирования поверхностного стока и повышения урожайности сельскохозяйственных культур [2]. Защитные функции лесных насаждений напрямую зависят от их сохранности, этим обусловлена необходимость оценки их современного состояния. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования Земли обеспечивает эффективный и оперативный мониторинг состояния ЗЛН и достижения цели исследования – определения современного состояния защитных лесных насаждений в зоне каштановых почв на территории Донской гряды.

Анализ современного состояния ЗЛН проводился с использованием геоинформационных технологий, данных космической съемки и полевого эталонирования. Объектом исследования являются защитные лесные полосы, расположенные в Серафимовичском районе Волгоградской области. Район расположен по обе стороны реки Дон. Площадь района составляет 432,4 тыс. га (по Воробьеву А.В.) и 432,5 тыс. га (по данным геоинформационного анализа). На территории исследования присутствует следующие типы почв: на правом берегу Дона в Серафимовичском районе преобладают тёмно-каштановые почвы с разной степенью водной и ветровой эрозией; на левом берегу реки Дона большую часть территории занимают пески среднегумусированные.

На обрабатываемых землях территории исследования в настоящее время имеется система полезащитных и противоэрозионных лесных насаждений. Для проведения анализа современного состояния защитных лесных насаждений использовались снимки сверхвысокого пространственного разрешения, которые были получены с сервиса ESRI [3-5]. Привязка снимков проводилась в бесплатной геоинформационной системе QGIS по базовой карте ESRI [6, 7]. Анализ сохранности защитных лесных насаждений проведен с использованием разработанной локальной ГИС, состоящей из растровых (космокарты) и векторных слоев (карты сохранности) в проекции UTM и системе координат WGS-84, которые показывают контуры насаждений. Защитные лесные насаждения выделены контуром по разработанным космокартам, с использованием маски контуров по значению фототона в автоматизированном режиме выделены их актуальные границы [8]. С использованием инструмента «Калькулятор полей» и функции «*$area»* были рассчитаны площади контуров в каждом слое. Сохранность лесных насаждений определялась как отношение площади сохранившегося полога к проектной площади насаждений, выраженная в процентах. Полученные данные были распределены по уровням сохранности насаждений, которые представлены в *таблице 1.*

Таблица 1

Уровни сохранности зеленых насаждений

Уровень деградации	Сохранность лесных насаждений	Площадь, га
Очень высокая	0,81-1,00	2117,5
Высокая	0,7-0,80	730,7
Низкая	0,51-0,70	582,2
Очень низкая	0,5 и менее	253,5

Выводы. Геоинформационный анализ изображений спутниковых снимков и экспертное дешифрирование территории исследования показали, что на участке расположены 2030 защитных лесных полос, общей площадью 5,33 тыс. га. Из них 1,65 тыс. га занимают государственные защитные лесные полосы, которые выполняют функцию защиты сельскохозяйственных угодий от суховеев и изменений климатических условий на площади 120 миллионов гектаров и имеют параметры (ширина кулисы составляет от 60 до 100 метров) отличающиеся от параметров защитных лесных насаждений.

Современное состояние защитных лесных насаждений, расположенных в Серафимовичском районе Волгоградской области, характеризуется тем, что около 57% от общего количества ЗЛН имеют очень высокий уровень сохранности, общей площадью 2,1 тыс. га, 19,8% имеют высокий, 15,8% низкий уровень сохранности, 6,9% приходится на очень низкий уровень сохранности *(рисунок 1).*

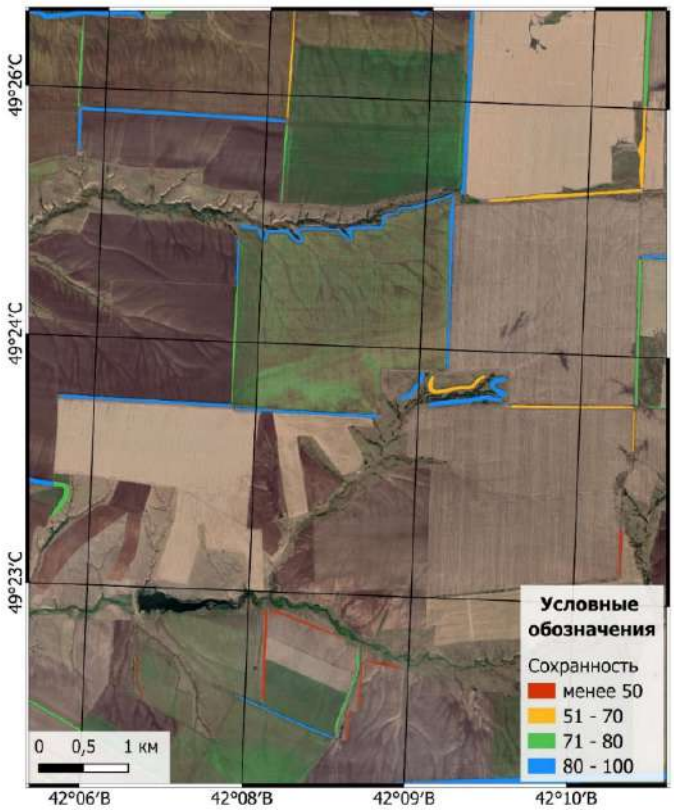


Рисунок 1. Фрагмент космокарты сохранности защитных лесных насаждений на территории исследования.

В результате анализа сохранности защитных лесных насаждений можно сделать вывод, что большая площадь ЗЛН в зоне каштановых почв Донской гряды в настоящее время имеет высокую степень сохранности и в достаточной степени выполняют свои защитные функции в зоне влияния, однако насаждения с низким уровнем сохранности не обеспечивают эффективную защиту полей от деградации. В связи с тем, что системы агролесомелиорации сельскохозяйственных угодий не соответствуют научно-обоснованным нормам размещения насаждений, эффективность их защиты от деградации заметно снижена.

Список литературы

1. Администрация Волгоградской области: https://ksh.volgograd.ru. Сайт. Волгоград. URL: https://ksh.volgograd.ru/current-activity/reports/ (дата обращения: 25.01.2024).

2. Кулик К.Н., Барабанов А.Т., Жданов Ю.М. [и др.]. Стратегия развития защитного лесоразведения в Волгоградской области на период до 2025 года. Волгоград: Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, 2017. 39 с.

3. Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Васильченко А.А. Метод картографирования защитных лесных насаждений на основе разновременных спутниковых изображений высокого пространственного разрешения и бисезонного индекса леса / Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 4. С. 207-222.

4. Синельникова К.П. Анализ защитных лесных насаждений на территории Донской гряды с использованием ГИС-технологий и аэрокосмических данных // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 2 (70). С. 299-305.

5. Кулик К.Н., Кошелев А.В. Методическая основа агролесомелиоративной оценки защитных лесных насаждений по данным дистанционного мониторинга // Лесотехнический журнал. 2017. Т. 7. № 3 (27). С. 107-114.

6. Балынова В.В. Геоинформационный анализ параметров сохранности защитных лесных насаждений Котельниковского района Волгоградской области // Научно-агрономический журнал. 2022. № 4 (119). С. 66-71.

7. Мелихова А.В. Пространственный анализ защитных лесных насаждений северной части Ергенинской возвышенности // Научно-агрономический журнал. 2022. № 3(118). С. 43-48.

8. Рулев А.С., Юферев В.Г., Михалев В.Ю., Маенко А.Н. Пат. RU № 2437061 C1 Российская Федерация, МПК G01C 11/04 (2006.01). Способ определения сохранности лесных насаждений / заявитель ООО «БиоЭкоЛес» (RU) / № 2010115216/28; заявл. 19.04.2010, опубл. 20.12.2011, Бюл. №35, приоритет 19.04.2010. 6 с.

УДК 519.24: 631.559
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1246-1251

НИЗКОУГЛЕРОДНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕГИОНОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

LOW-CARBON TRANSFORMATION OF AGRICULTURE IN THE REGIONS OF THE STEPPE ZONE OF RUSSIA

Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е.
Siptits S.O., Romanenko I.A., Evdokimova N.E.

ВИАПИ им. А.А. Никонова – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ, Москва, Россия
VIAPI named after A.A. Nikonov – the branch of FSBSI FSC AESDRA – VNIIESH, Moscow, Russia

E-mail: s.o.siptits@vniiesh.ru, i.a.romanenko@vniiesh.ru, n.e.evdokimova@vniiesh.ru

Аннотация. Глобальное изменение климата и необходимость устойчивого развития аграрного сектора экономики сопряжена с решением задач обеспечения продовольственной безопасности и защиты окружающей среды. Необходимы надежные инструменты проектирования показателей изменения землепользования, эмиссии парниковых газов и продовольственной безопасности, как основы для разработки адекватной аграрной политики, особенно в степных регионах России, где проблема изменения климата влечет за собой наибольшие риски и угрозы, чем в остальных регионах страны. Управление агропродовольственными системами представляет собой сложную многокритериальную задачу, которая требует особого аппарата для выбора и оценки целевых параметров.

Ключевые слова: моделирование, размещение, растениеводство, степь, Оренбургская область, агропродовольственная система, низко углеродная трансформация.

Abstract. Global climate change and the need for sustainable development of the agricultural sector of the economy are associated with solving the problems of ensuring food security and environmental protection. Reliable tools for designing indicators of land use change, greenhouse gas emissions and food security are needed as a basis for developing adequate agricultural policy, especially in the steppe regions of Russia, where the problem of climate change entails greater risks and threats than in other regions of the country. Management of agri-food systems is a complex multi-criteria task that requires a special apparatus for selecting and assessing target parameters.

Key words*:* modeling, placement, crop production, steppe, Orenburg region, agri-food system, low-carbon transformation.

Введение. Степные агропродовольственные системы (далее – АПС) нашей страны являются основной зоной производства зерновых культур и определяют в значительной части уровень продовольственной безопасности по большинству продуктовых групп. Степные АПС подверглись существенным преобразованиям в ходе развития сельского хозяйства, прежде всего, при преобразовании их территорий в пахотные земли. Особенно наглядна история освоения целинных земель, проводившаяся с 1954 по 1963 год, с точки зрения хорошо известных негативных последствий допущенных ошибок применяемой тогда системы земледелия. С этой точки зрения интересно моделирование социоагроэкологических процессов на примере Оренбургской области, которая за годы прошедшего века увеличила пашенный клин более чем в 3 раза к 1980 году, а затем в 90-х после массового выведения из оборота пашни уменьшила его вдвое и, в настоящее время, подвергается более сильному влиянию негативной динамики климата, чем в среднем по планете. Такие процессы не могли не сказаться на запасах почвенного органического углерода в оренбургских степях. В работе [1] с помощью динамической модели растительности LPJmL для оценки воздействия наблюдаемых изменений в землепользовании и климата были смоделированы балансы углерода, начиная с 1900 года. Моделирование [1] показало, что историческое расширение пахотных земель привело к значительным выбросам углерода по сравнению с землепользованием без расширения площади пашни. Авторами [1] был сделан вывод о том, что изменения в стратегии землепользования, в сочетании с климатическим фактором являются основными причинами изменения содержания органического вещества в почве. Отслеживанию и прогнозированию динамики запасов почвенного органического углерода ФАО уделяет все больше внимания в контексте изменения климата, продовольственной безопасности и деградации почв [2]. Антропогенное воздействие на запасы углерода в почвах

влияет на их способность поглощать углерод и может превратить почвы в источник эмиссии CO_2 в атмосферу [2].

Знаменитый уральский чернозем – природное богатство региона. На него приходится около 80% территории, а на каштановые почвы – 15% Оренбургской области. Регион находится в лесостепной (незначительно на севере) и степной природно-климатических зонах. Область характеризуется сухим континентальным климатом, перепады температур и малая влагообеспеченность которой являются ограничивающими природно-климатическими факторами, особенно в южных и юго-восточных районах, где преобладают малопродуктивные почвы. Высокая степень распашки территории области обусловлена равнинным рельефом региона. Однако, Оренбургские степи - это территория естественных пастбищ и кормовых угодий, которые в сочетании с развитым производством зернобобовых хороши для развития животноводства.

На территорию Оренбургской области приходится около 5% посевных площадей Российской Федерации, причем этот процент за последние 30 лет только рос (от 4,7% в 1990 г. до 5,4% в 2020 году). По доли распаханности территория Оренбургской области занимает с 60-х годов прошлого века одно из первых мест в Российской Федерации. Однако, основной недостаток региона – это высокая вариация урожайности сельскохозяйственных культур.

В структуре площадей региона доля сельхозугодий с 1960 года сильно не изменялась, принимая значения в 86-88% от всего земельного фонда в течение всего периода вплоть до наших дней. Структура самих сельскохозяйственных угодий несколько менялась, однако, с начала текущего века изменения долей пашни, сенокосов и пастбищ не превышает 1% *(см. рисунок 1)*.

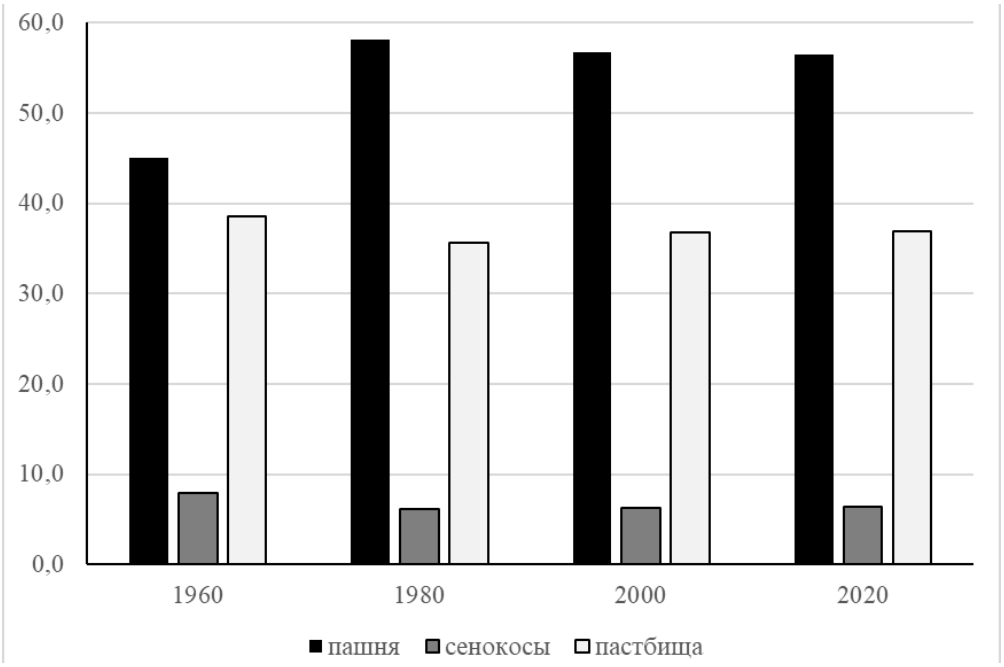


Рисунок 1. Структура сельскохозяйственных угодий в Оренбургской области, %.
Источник: выполнено на основе расчетов авторов.

Площадь пашни, нараставшая с начала прошлого века, с 1970-х годов сменила тенденцию на очень медленное сокращение. В 1970 году этот показатель в хозяйствах всех категорий составил 6349,3 тыс. га, а в 2020 году – 6105,6 тыс. га. Структура посевных площадей также претерпевает изменения. В нижеследующей *таблице 1* даны расчеты структуры посевных для всех категорий хозяйств за последнее столетие. Из *таблицы 1* видно, что «царица полей» Оренбуржья – пшеница (преимущественно яровая), как и в целом зерновые культуры, вытесняются, преимущественно подсолнечником.

Экологи считают сокращение клина зерновых культур там, где их выращивание убыточно, положительной тенденцией при условии превращения этой пашни в пастбища. Однако, выращивание экономически выгодного подсолнечника приводит к необходимости интенсивного применения удобрений и пестицидов, что может наносить ощутимый вред экологии и воспроизводству почвенного плодородия.

Таблица 1

Структура посевных площадей Оренбургской области (хозяйства всех категорий), %

Годы	1913	1932	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
Вся посевная площадь	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Зерновые культуры	95,5	83,7	83,7	78,6	73,5	76,0	76,1	67,4	70,8	68,1	62,3
в том числе:											
озимые зерновые культуры	н/д	16,2	16,2	15,3	10,4	7,1	4,0	10,2	5,5	14,7	17,0
из них:											
рожь	15,1	16,1	16,1	14,9	10,4	7,0	3,4	9,0	2,9	5,8	4,5
пшеница	н/д	0,0	0,1	0,3	0,0	0,1	0,6	1,2	2,6	8,8	12,4
яровые зерновые культуры	н/д	67,5	83,7	78,6	73,5	68,9	71,1	57,2	65,3	53,5	45,3
из них:											
пшеница	61,6	49,8	37,4	45,8	51,2	53,5	43,7	30,1	42,5	34,5	26,8
ячмень	н/д	1,4	2,7	2,1	4,7	н/д	20,8	16,5	14,7	11,4	12,9
овес	н/д	7,0	10,3	7,8	2,6	н/д	2,6	1,9	2,6	1,6	1,8
просо	н/д	8,2	16,7	7,0	4,4	н/д	3,3	5,5	2,6	1,1	1,4
гречиха	н/д	0,1	0,1	0,3	0,3	н/д	0,7	2,2	2,9	3,7	1,0
Технические культуры	1,5	9,0	6,1	4,7	2,7	2,5	0,5	3,8	5,8	14,5	22,1
в том числе:											
подсолнечник	0,3	8,6	5,4	4,4	2,5	2,5	0,4	3,7	5,8	14,1	20,1
сахарная свекла (фабричная)	н/д	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Картофель и овощебахчевые культуры	1,7	3,6	2,4	2,5	1,3	1,2	1,0	0,9	1,1	1,3	1,1
в том числе:											
картофель	1,1	1,0	1,4	1,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,5	0,2
овощи	0,1	1,6	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2
Кормовые культуры	0,7	3,7	7,8	14,2	22,5	20,3	22,5	27,9	22,1	15,1	12,5
в том числе:											
кукуруза на силос, зеленый корм и сенаж	н/д	1,9	0,0	0,0	10,2	8,8	6,7	8,4	4,2	1,8	1,5
укосная площадь многолетних трав посева прошлых лет на сено	0,5	0,0	4,2	7,0	6,1	5,2	4,2	4,8	11,4	8,7	7,2
однолетние травы (включая посевы озимых на зеленый корм)	0,1	1,0	1,3	4,8	5,9	5,9	6,0	12,0	5,7	4,1	3,6

Примечание: 1913 г. в современных границах области.

Источник: данные по размерам посевных площадей из областных статистических ежегодников, структура рассчитана авторами.

Цель настоящего исследования состояла в разработке и апробации на примере Оренбургской области инструментария пригодного для оценки возможных резервов снижения эмиссии парниковых газов (далее – ЭПГ) и воспроизводства гумуса за счет совершенствования размещения отраслей растениеводства на территории области при условии достижения определенной доходности их производства.

Материалы и методы. Экологическая политика и управление агропродовольственными системами имеют сложный многокритериальный характер, связанный как с экономической эффективностью производственных процессов в сельском хозяйстве, так и с экологической устойчивостью.

По оценкам авторов работы [3] целинные степные экосистемы и залежные земли в зоне степей могут обеспечить 10-20% общего стока углерода в наземные экосистемы России. Авторы этой работы [3] полагают, что мощный стоковый потенциал целинных степей требует его более рационального использования: умеренного выпаса в животноводстве и почво-сберегающих технологий в растениеводстве. Однако, при всей экологической обоснованности такие изменения требуют экономических оценок трансформационных затрат.

В работе [4] рассмотрены три сценария развития степных регионов: неодикий, стагнационный и оптимизационный сценарий с адаптацией структуры сельскохозяйственных угодий к природно-климатическим условиям и рыночным требованиям, с концентрацией интенсивного земледелия на лучших землях, превращением малопродуктивных земель в долговременно управляемые степи, кормовые угодья адаптивного животноводства. В работах [5-7] представлены возможности цифровых многокритериальных решений для разработки регулирующих воздействий с учетом эколого-экономических параметров развития степных ландшафтов.

В отделе системных исследований экономических проблем АПК ВИАПИ им. А.А. Никонова – филиала ФНЦ ВНИИЭСХ в последние годы велись работы по созданию модели оптимизации региональной структуры растениеводства с учетом природно-климатических и экономических факторов с целью низко углеродной трансформации аграрного производства для регионов Российской Федерации [8]. Результатом этих усилий было создание типовой экономико-математической модели низкоуглеродной трансформации АПС регионального уровня с целью комплексной оценки эффективности таких стратегий [9].

В общем случае стратегия декарбонизации в типовой модели сводится к таким основным направлениям:

– адаптация отраслевой структуры растениеводства с учетом тенденций развития животноводческих отраслей;

– адаптация системы землепользования;

– адаптация технологического базиса сельского хозяйства;

– проектирование организационно-экономического механизма реализации данной стратегии.

Характеристики блока оптимизации производственной структуры растениеводства АПС региона с учетом секвестрации углерода и выбросов закиси азота следующие:

– критерий – эколого-экономический, равный приросту (относительно факта) чистого дохода и объема секвестрации углерода в почве за вычетом эмиссии N_2O;

– используемые зависимости: урожайности, как функции от доступных элементов питания растений (почвенные ресурсы плюс удобрения);

– эмиссия N_2O в зависимости от внесенного в почву азота (минерального и органического);

– изменение запасов гумуса. (Считается баланс гумуса фактический и в сценарном варианте. Разность между ними составляет секвестрацию углерода в форме гумуса. Кроме этого определяется объем органических удобрений (коровий, естественной влажности), необходимый для простого воспроизводства гумуса).

Далее рассмотрим возможности, вытекающие из решения первой стратегической задачи – оптимизации отраслевой структуры растениеводства для Оренбургской области.

Результаты и их обсуждение. При оптимизации отраслевой структуры в типовой модели применяется комплексный критерий, состоящий из взвешенной суммы прироста чистого дохода и изменения массы гумуса. Таким образом, объем накопления почвенной органики может регулироваться введением весового параметра ко второй составляющей критерия оптимизации. Применительно к данной задаче предполагается, что рациональный выбор весовых коэффициентов будет реализован на этапе проектирования организационно-экономического механизма, как результат системы стимулирования поведения региональных товаропроизводителей с использованием ресурса федерального центра. При этом множество допустимых решений (вектор весовых коэффициентов для регионов) будет ограничен требованием соблюдения параметров Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации, актуальной на данном стратегическом этапе.

В следующей *таблице 2* приведены решения задачи оптимизации отраслевой структуры растениеводства Оренбургской области при возрастающих значениях весового коэффициента в комплексном критерии, связанного с данной задачей.

Таблица 2

Изменение структуры посевных площадей Оренбургской области (хозяйства всех категорий) в разах

Вес прироста секвестрации углерода в комплексном критерии оптимизации отраслевой структуры, б/р	0	1	5	10	50	100	150
Сельскохозяйственные культуры	Изменение структуры посевных площадей по вариантам						
Пшеница яровая	0,94	0,94	0,95	0,95	0,72	0,79	0,79
Тритикале озимая	0,72	0,72	0,72	1,33	1,33	1,33	1,33
Ячмень яровой	0,70	0,70	0,70	0,70	1,30	1,30	1,30
Горох	1,30	1,30	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Подсолнечник на зерно	1,30	1,30	1,30	1,30	0,90	0,70	0,70
Рапс яровой	0,70	0,70	0,70	0,70	1,30	1,30	1,30
Лен-кудряш	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	1,30	1,30
Свекла сахарная	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,32	1,32
Картофель	1,32	1,32	1,35	1,35	1,16	1,50	1,50
Овощи открытого грунта	1,14	1,14	1,16	1,16	1,14	1,53	1,53
Культуры кормовые на силос	1,00	1,00	1,00	1,00	0,25	0,35	0,31
Многолетние травы посева прошлых лет	0,72	0,72	0,72	0,72	1,33	1,33	1,33

Источник: расчеты авторов.

Мы видим вполне ожидаемую реакцию системы на наши усилия по приросту секвестрации углерода в пахотном слое почвенного массива: рост посевов многолетних трав, овощей открытого грунта, некоторых культур сплошного сева, снижение доли подсолнечника.

Параметр, характеризующий вес прироста секвестрации углерода в комплексном критерии оптимизации отраслевой структуры, при решении задачи порождает нетривиальную динамику анализируемых экономических показателей, что можно видеть на нижеследующем *рисунке 2.*

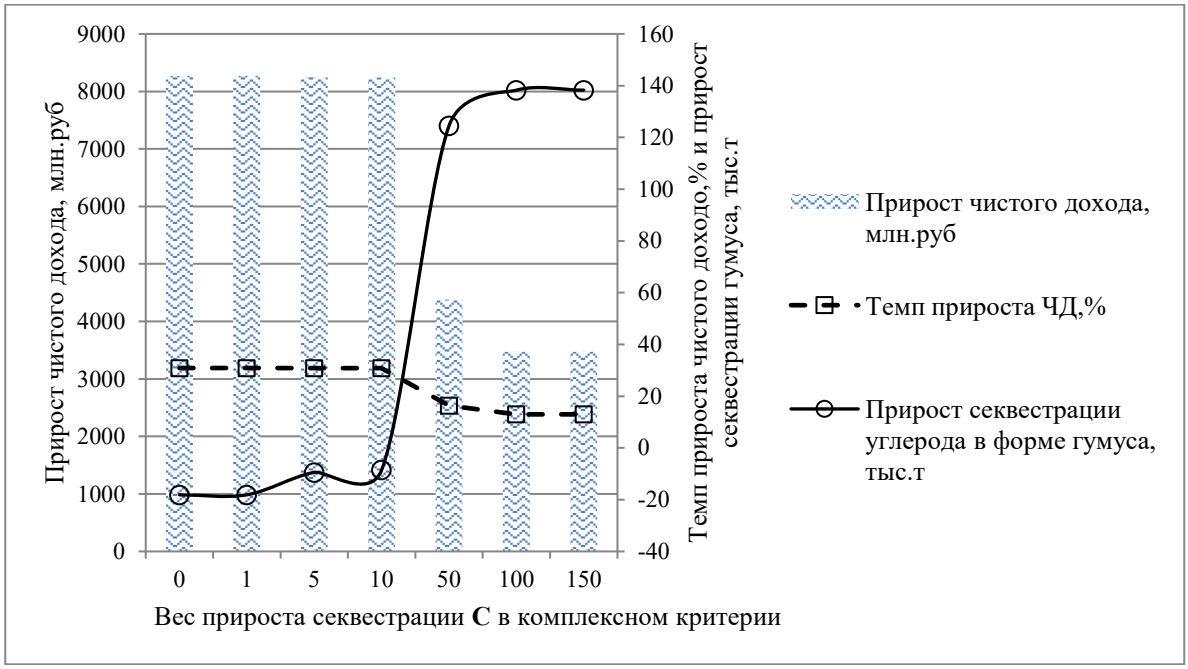


Рисунок 2. Зависимость анализируемых показателей от параметра, характеризующего вес прироста секвестрации углерода в комплексном критерии оптимизации отраслевой структуры Оренбургской области.

Источник: выполнено на основе расчетов авторов.

Легко видеть, что зона эколого-экономического компромисса находится между значениями весового коэффициента в интервале 10÷50. Разумеется, выбор конкретной стратегии является прерогативой Производителя. При этом существенное влияние на его решение может оказать возможности реализовать «карбоновые единицы» на соответствующем рынке. Собственно от этого в большой мере зависит момент переключения со стратегии чисто экономической на эколого-экономическую.

Рассматриваемый метод дает возможность оценить пороговое значение цен «карбоновых единиц», а также предоставляет необходимую информацию для решений регуляторов регионального и федерального уровней.

Заключение. Глобальное потепление при всей неясности этиологии имеет среди причин возникновения один общепризнанный научным сообществом фактор – антропогенный. Нерациональное использование земель и ресурсов привело к запуску опасных процессов, которые пока называются обратимыми. В настоящее время одной из актуальнейших задач является проектирование углеродно-нейтральных агропродовольственных систем при сохранении, а лучше – восстановлении биоразнообразия. Агроценозы степной зоны, как одной из наиболее подверженной необратимой деградации почв и биоразнообразия зон, должны стать устойчивыми не только в их социально-экономической роли, но и в биосферной функции.

Использование экономико-математических моделей дает возможность для получения мультидисциплинарных оценок различных стратегий декарбонизации агроценозов степей. Широкий спектр возможных оптимизационных задач в типовой модели низко углеродной трансформации АПС регионального уровня позволяет получать количественные оценки элементов стратегий для таких процессов в конкретных регионах России.

Список литературы

1. Rolinski S. et al. Dynamics of soil organic carbon in the steppes of Russia and Kazakhstan under past and future climate and land use // Regional Environmental Change. 2021. Т. 21. P. 1-16.

2. Lefèvre C. et al. Soil organic carbon: the hidden potential. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2017.

3. Курганова И.Н., Лопес Де Гереню В.О., Жиенгалиев А.Т., Кудеяров В.Н. Углеродный бюджет степных экосистем России // Доклады Академии наук. 2019. Т. 485. № 6. С. 732-735. DOI 10.31857/S0869-56524856732-735.

4. Levykin S.V., Chibilev A.A., Gulyanov Yu.A. [et al.]. Environmental and landscape significance of steppe mega-projects // Ukrainian Journal of Ecology. 2019. Vol. 9. No. 3. P. 371-375.

5. Чибилев А.А., Чибилев А.А., Руднева О.С. [и др.]. Геоинформационный анализ индикаторов эколого-экономической безопасности и оценка ландшафтно-экологической устойчивости природно-хозяйственных систем регионов степной зоны России. Оренбург: ИПК «Газпресс» ООО «СервисЭнергоГаз», 2020. 84 с.

6. Гулянов Ю.А., Чибилев А.А. Перспективы интеграции «цифрового землепользования» в ландшафтно-адаптивное земледелие степной зоны // Проблемы региональной экологии. 2019. № 2. С. 32-37. DOI: 10.24411/1728-323X-2019-12032.

7. Чибилев А.А., Гулянов Ю.А., Левыкин С.В. [и др.]. Критерии малопродуктивной пашни для степных территорий Алтайского края для целей оптимизации степного землепользования и повышения эффективности поддержки сельхозтоваропроизводителей: Методические рекомендации. Барнаул: Изд-во Алтайского государственного университета, 2023. 54 с.

8. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Модели проектирования эффективных и устойчивых агропродовольственных систем с низким углеродным следом // International Agricultural Journal. 2023. Т. 66, № 4. DOI: 10.55186/25876740_2023_7_4_1.

9. Сиптиц С.О. Типовая экономико-математическая модель низкоуглеродной трансформации агропродовольственных систем регионального уровня и ее применение для оценки эффективности таких стратегий // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. Т. 1. № 10(139). С. 57-71. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2023.10.01.006.

УДК 599.735.53
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1252-1260

ВОЗВРАЩЕНИЕ САЙГАКА (*SAIGA TATARICA*) В РОССИЙСКОЕ ЗАВОЛЖЬЕ: ИСТОРИЯ ВОПРОСА, ДРАЙВЕРЫ И ПРОГНОЗ

RETURN OF THE SAIGA (SAIGA TATARICA) TO THE RUSSIAN TRANS-VOLGA REGION: HISTORY OF THE ISSUE, DRIVERS AND FORECAST

Смелянский И.Э.[1,2], Титова С.В.[2,3], Кирилюк В.Е.[4]
Smelansky I.E.[1,2], Titova S.V.[2,3], Kirilyuk V.E.[4]

[1]Казахстанская ассоциация сохранения биоразнообразия (АСБК), Астана, Казахстан
[2]Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
[3]Институт географии РАН, Москва, Россия
[4]Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия
[1]Association for the Conservation of Biodiversity of Kazakhstan (ACBK), Astana, Kazakhstan
[2]Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia
[3]Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
[4]Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Chita, Russia

E-mail: canopuss@yandex.ru

Аннотация. Сайгак, Saiga tatarica, по своей природе массовый и даже эдификаторный вид пустынно-степных экосистем. В статье анализируется динамика численности сайгаков волго-уральской популяции за исторический период наблюдений (почти 250 лет) и приводятся современные данные учетов. Также прослежены пространственные колебания ареала и пути миграций. Рассматриваются причины массовых заходов сайгака в Российское Заволжье с начала 2020-х годов, такие как засуха, ограниченность доступных местообитаний, смещение мест окота и летнего обитания. Последнее, вероятно, связано с пространственным распределением динамики продуктивности растительности. На основе анализа космоснимков MODIS за 2000-2023 гг. построен прогноз изменения первичной продукции до 2025 г. на современной территории обитания сайгаков и в районах их концентраций. При сохранении выявленных трендов в ближайшие годы заходы сайгака на территорию Российского Заволжья будут продолжаться, и численность заходящих животных будет нарастать.

Ключевые слова: динамика ареала, численность сайгаков, местообитания, изменение продуктивности.

The saiga antelope, Saiga tatarica, is a widespread and even edificatory species of desert-steppe ecosystems. The article analyzes the dynamics of the number of saigas of the Volga-Ural population over the historical period of observations (almost 250 years) and provides modern census data. Spatial fluctuations in the area and migration routes were also traced. The reasons for the mass incursions of saiga into the Russian Trans-Volga region since the beginning of the 2020s are considered, such as drought, limited available habitats, and shifts in lambing and summer habitats. The latter is probably related to the spatial distribution of vegetation productivity dynamics. Based on the analysis of MODIS satellite images for 2000-2023. a forecast was made for changes in primary production until 2025 in the current habitat of saigas and in areas where they are concentrated. If the identified trends continue in the coming years, saiga visits to the territory of the Russian Trans-Volga region will continue, and the number of visiting animals will increase.

Key words: range dynamics, saigas numbers, habitats, changes in productivity.

Волго-Уральская (чаще называется просто Уральской) популяция сайгака – одна из четырех основных географических популяций номинативного подвида (*Saiga tatarica tatarica*), обитает в междуречье рек Волга и Урал. Волга отделяет ее от популяции Северо-Западного Прикаспия, Урал – от Устюртской и Бетпакдалинской популяций. Обмен особями между популяциями очень редок и в последние десятилетия не наблюдался [1-4].

Численность и ареал Волго-Уральской популяции испытывают разномасштабные колебания. Более или менее документированные наблюдения существуют с конца XVIII в. Схематично колебания численности сайгаков Волго-Уральской популяции с XVIII по начало XXI вв. представлены на *рисунке 1*. Можно выделить три периода высокой численности, разделенных более или менее глубокими спадами, что соответственно сопровождается пульсациями ареала в пределах Волго-Уральского междуречья [1, 3-7, 9].

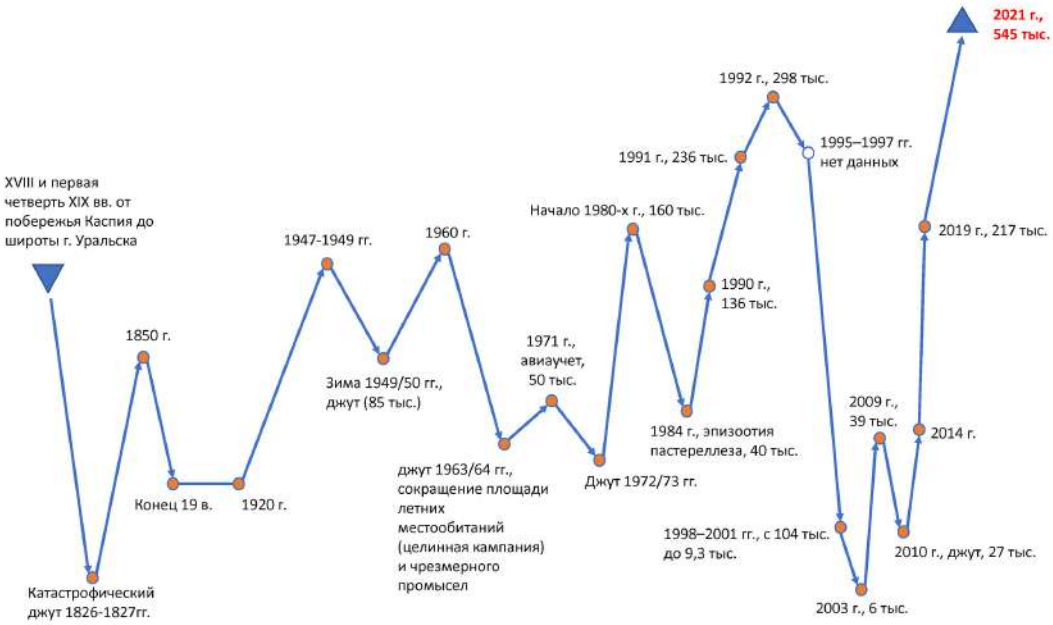


Рисунок 1. Направление динамики численности волго-уральской популяции сайгака с конца XVIII до начала XXI в.

Как и другие географические популяции сайгака, Волго-Уральская популяция имеет определенную пространственную структуру, основу которой образуют места сезонных (весенних, летних и зимних) концентраций. В разные периоды истории популяции районы сезонных концентраций в пределах Волго-Уральского междуречья находились в разных местах *(рисунки 2, 3)*.

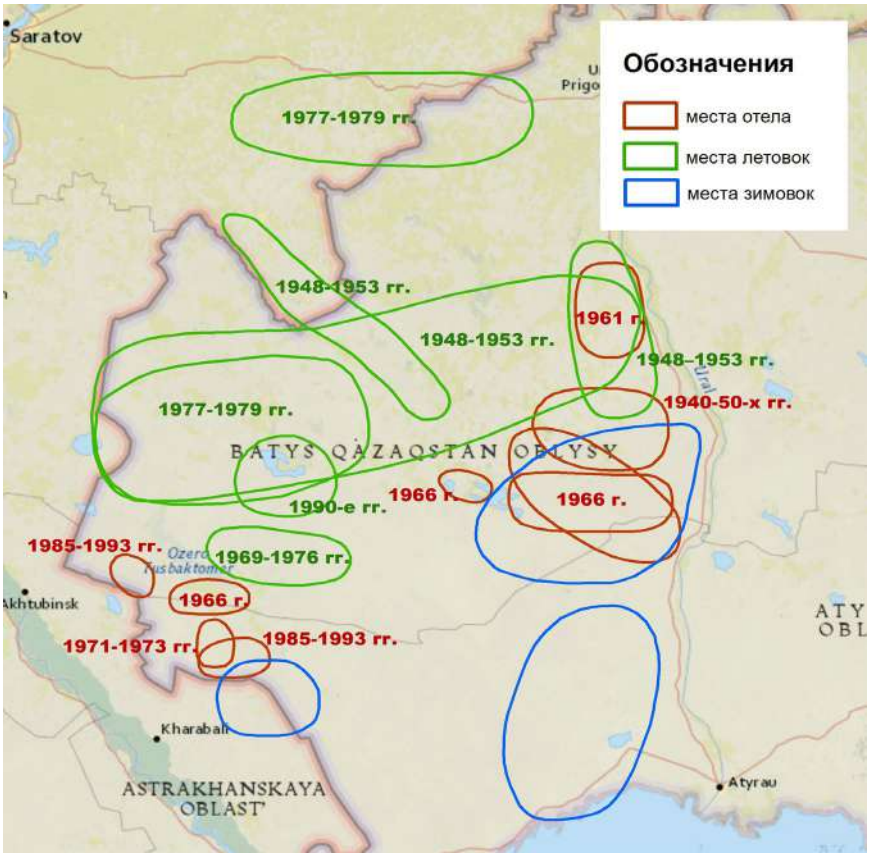


Рисунок 2. Распределение мест окота, летовок и зимовок волго-уральской популяции сайгака во второй половине XX в.

Данная пространственная структура более или менее сохранялась до коллапса Волго-Уральской популяции. В конце 1990-х г., вместе с катастрофическим падением численности, стремительно сократился и ареал сайгака в междуречье. По сути, распространение сайгака в этот период ограничилось Аралсорской котловиной. Дальние миграции прекратились, сайгаки перестали заходить в южную и восточную части междуречья, вся популяция постоянно оставалась вокруг Аралсора, только немного смещаясь по сезонам – зимой южнее, летом севернее [8].

По мере подъема численности в 2000-х гг. вновь произошло расширение ареала и частичное восстановление миграционных маршрутов *(рисунок 3)*. Места зимовок, летовок и отела сайгаков сдвинулись существенно к северу от оз. Аралсор (и, тем более, от прежних мест в Волго-Уральских песках, южнее Хаки-сора и Камыш-Самарских озер). Произошло существенное увеличение протяженности миграций.

Уже в 2012 г. отельные скопления находились в самой северной части «кармана» российско-казахстанской границы, частично на территории Саратовской области около с. Нива Питерского района (50º30' с.ш.).

В середине 2010-х гг. в Волго-Уральской популяции выделяли две более или менее обособленных группировки – западную, или Азгирско-Урдинскую, и восточную, или Махамбетскую. Как видно из схемы *(рисунок 3)*, их разделяет междуречье рек Бол. и Мал. Узень. Места зимовки обеих группировок находятся на территории Атырауской области [7]. Однако, данные телеметрии показывают, что между группировками постоянно происходит обмен особями и их нельзя рассматривать как субпопуляции (Салемгареев, лич. сообщ.).

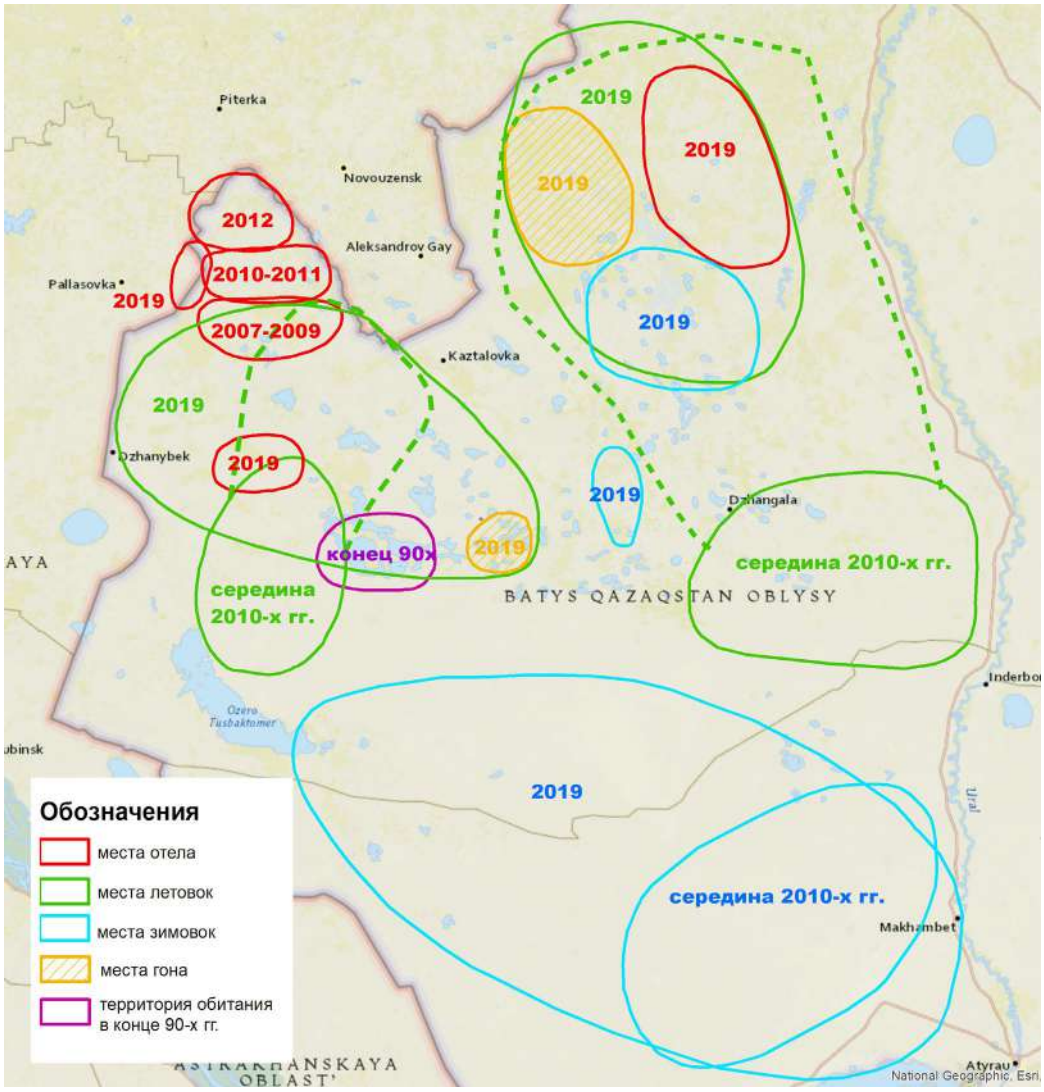


Рисунок 3. Распределение мест окота, летовок и зимовок волго-уральской популяции сайгака в начале XXI века.

В последнее десятилетие (2011-2023 гг.) Волго-Уральская популяция непрерывно растет с коэффициентом увеличения численности, в среднем за годы после массовой гибели, 1,38±0,11 (минимум 1,16 в 2011/12 гг., максимум 1,61 в 2018/19 гг.). В результате, популяция находится на пике своей численности. При этом, в отличие от ситуации 1990-х гг., когда сайгак был объектом промысловой охоты (разрешенное изъятие 3-10% численности), охота на сайгака полностью запрещена в России, а в Казахстане была запрещена с 1999 до 2023 г., и только с октября 2023 г. начато добывание с целью регулирования численности. Браконьерство при этом систематически подавляется (хотя продолжает существовать, и масштабы его видимо остаются существенными).

Общее направление весенней миграции – на север и северо-запад из районов зимовки к местам окота, и далее в том же направлении вплоть до границы с Россией. Осенние миграции идут в обратном направлении до района гона и затем, уже зимой, сайгаки мигрируют южнее – к местам зимовки.

На протяжении всей документированной истории Волго-Уральской популяции Заволжье (в современных государственных границах России) являлось более или менее широкой западной окраиной ее ареала. Сайгаки обитали здесь в периоды высокой численности популяции и отсутствовали в периоды депрессий.

В последние годы сайгаки заходят в российское Заволжье на нескольких этапах своего сезонного миграционного цикла: в период весеннего размещения (на отел), летнего размещения и на зимовку. Нами были собраны данные о заходах 2020-2021 гг. Весной 2020 г. массовые заходы в разных частях региона начались не одновременно. С севера на юг срок начала заходов смещались на более поздние. В северной части региона, в Саратовской области, это был апрель (хотя массовыми заходы стали только к концу мая). Южнее, в Волгоградской – май. В южной части, в Астраханской области, массово сайгаки стали заходить только во второй декаде июня. В северной половине региона весенний заход сопровождался отелом на российской территории.

Сайгаки в большом количестве оставались в российском Заволжье до августа-сентября 2020 г., затем в массе покинули регион и появились снова в ноябре-декабре. Зимовка на российской территории характеризовалась небольшой численностью и продолжалась, в среднем, до февраля-марта. Заходы апреля-мая 2021 г. относятся уже к весенней концентрации и являются, видимо, частью следующего годового цикла.

Максимальная численность в регионе в целом и по большинству областей и муниципальных районов наблюдалась в первой половине лета. Только на юге (в Ахтубинском районе Астраханской области) численность на зимовке 2020/21 гг. и особенно в начале апреля 2021 г. превышала наблюдавшуюся там же в весенне-летний период 2020 года.

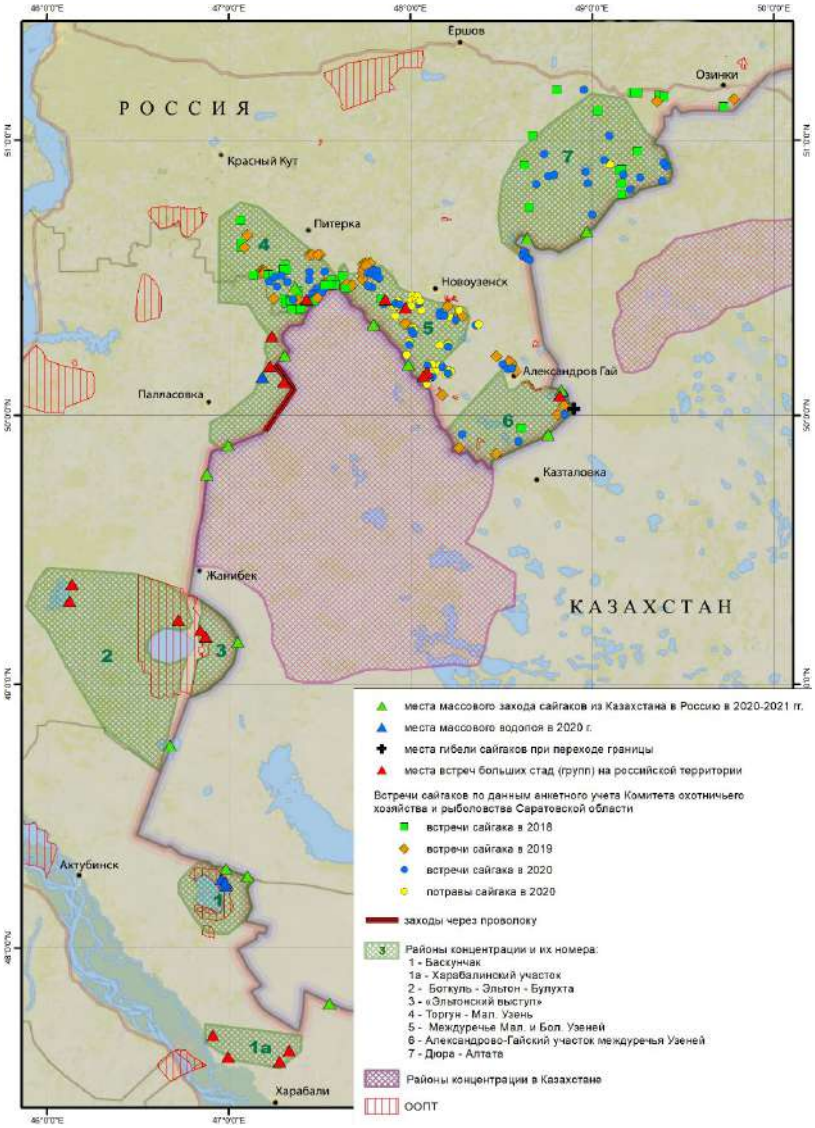
Для оценки численности нами использован метод линейных трансект с определением дистанции (distance sampling survey) и программа Distance для расчета. Учет проведен в сентябре 2020 г. на трех занятых сайгаком участках общей площадью 4271 км^2. При невысоком учетном усилии CV составил 48,3%, а численность оценена в 31,4 тыс. ос. (95% CI = 16,23 – 46,57). С учетом не охваченной области обитания сайгака средняя численность могла составить 33-38 тыс. ос., а весной, согласно нашей экспертной оценке и мнений опрашиваемых респондентов она была минимум в полтора раза выше – не менее 45-50 тыс. ос. Около 90% этого поголовья было сосредоточено в северной половине региона (севернее оз. Эльтон).

Если принять, что численность Волго-Уральской популяции на 2020 г. составила, оценочно, около 350 тыс. голов (учет в этом году не проводился), в заходы на российскую территорию было вовлечено примерно 15% популяции – заметная, но пока не критически важная доля.

Всего в Заволжском регионе можно выделить 5-7 районов концентрации сайгаков, которым соответствует около 7 участков массового захода из Казахстана (и выхода обратно) *(рисунок 4)*.

Появление сайгаков в российском Заволжье в 2020 г. стало результатом их массовых заходов, происходивших примерно в одно время по всей протяженности государственной границы от бассейна оз. Баскунчак на юге до водораздела Дюры и Алтаты на севере. Заходы имели характер не дальних миграций, а местных кочевок в пределах районов сезонного размещения сайгаков (весеннего и летнего, в меньшей степени зимнего), возможно за исключением продвижения на север в самой северной части «кармана» государственной границы. В большинстве случаев глубина массовых заходов не превышала 20 км от границы, даже самые дальние не достигали 100 км. Насколько можно судить, конкретные группы и стада сайгаков оставались на российской территории, как правило, примерно в течение месяца. В это

время они продолжали совершать небольшие кочевки, часто связанные со стремлением к водопоям, только в редких случаях уходя на несколько десятков километров от места захода. Кажется, что большую подвижность сайгаки демонстрировали только в Саратовской области, и там она была вынужденной – местные жители сгоняли сайгаков со своих земель.



Районы концентрации и места заходов:
1 – окр. оз. Баскунчак с участком заходов восточнее озера;
2 – между сорами Боткуль, Булухта и Эльтон с основным участком захода по сору Боткуль;
3 – «Эльтонский выступ» вокруг пос. Эльтон восточнее железной дороги, здесь же основной участок заходов в этот район;
4 – восточнее р. Торгун с притоком Водянка, далее на север и северо-восток до р. Малый Узень, с основными участками заходов восточнее р. Торгун и в окр. пос. Нива;
5 – междуречье рек Мал. и Бол. Узени с участками заходов через Мал. Узень;
6 – южнее и в окр. с. Александров Гай с основными участками захода в междуречье Бол. и Мал. Узеней и через р. Бол. Узень;
7 – восточнее балки (реки) Дюра с основными участками заходов в окрестности этой балки и по отрогам Сыртовой равнины.

Рисунок 4. Места заходов сайгаков на территорию России, их встречи и районы концентрации в Заволжье в 2018-2021 гг.

Единственное исключение из такого характера пребывания – район концентрации в треугольнике соров Боткуль – Эльтон – Булухта. Только в этом районе наблюдались, видимо, относительно далекие направленные передвижения групп и небольших стад на расстояние, близкое к 100 км (а считая и обратный маршрут к границе – почти 200 км). Это также единственный район, где в течение уже ряда лет поддерживается небольшая постоянная группировка сайгака (несмотря на периодически наблюдающийся высокий уровень беспокойства и прямое истребление).

Можно указать три драйвера, вероятно повлиявших на возникновение и нарастание массовых переходов сайгаков через российско-казахстанскую границу начиная с 2020 г.

Засуха. Климатические условия 2020 г. в Заволжье характеризовались сильной очень продолжительной засухой (как атмосферной, так и почвенной), практически не прекращавшейся с марта–апреля до декабря, необычно теплой зимой 2019/20 гг., вследствие которой весенняя влагозарядка почв оказалась значительно ниже нормы, и волнами экстремальной жары в мае и особенно в июле. Значения гидротермического коэффициента в сухостепной части региона в 2020 г. фактически попадали в интервал значений, характерных для пустынь (0,25 Александров-

Гай, 0,19 Новоузенск – при пороговом значении для пустынного климата – 0,3 и ниже, для зональных полупустынь – 0,5). Предыдущая сильная засуха в разных частях региона наблюдалась 5-15 лет назад, но ее условия в основном были менее неблагоприятными для вегетации.

Очевидно, что засуха и высокие температуры в вегетационный период 2020 года должны были определить низкую продуктивность растительности степных и пустынных пастбищ, от которых зависят сайгаки. Сообщения респондентов о состоянии пастбищ в 2020 г. подтверждают это. Те же причины обусловили, с одной стороны, большую потребность сайгаков в воде, с другой – сокращение доступности водопоев.

Рост численности Волго-Уральской популяции и ограниченность доступных ей местообитаний. С 2015 г. эта популяция сайгаков остается крупнейшей и наиболее быстро растущей из трех основных популяций Казахстана. При этом ее потенциальный ареал в наибольшей степени ограничен географическими барьерами (Волгой, Уралом и Каспием, а с севера – зональной границей пригодных местообитаний) и является наименьшим, сравнительно с потенциальными ареалами двух других популяций. К 2020 г., когда начались массовые заходы, численность Волго-Уральской популяции поднялась до исторически известного максимума, а в последующие годы значительно его превысила. Фактически занятая Волго-Уральской популяцией территория в Казахстане сейчас меньше, чем потенциально доступная, и меньше, чем занималась в предыдущий период высокой численности. Таким образом, плотность популяции также высока и продолжает расти. При этом сайгакам свойственно совершать кочевки в пределах районов сезонного обитания, а их «нормальные» летние пастбища во многих местах непосредственно примыкают к российско-казахстанской границе (это известно, в том числе, по результатам прослеживания сайгаков, помеченных трансмиттерами в 2018 г.).

Продолжение тенденции к смещению мест окота и летнего обитания на северо-запад. Как обсуждалось выше *(рисунки 2, 3)*, на протяжении последних нескольких лет места окота и летнего обитания Волго-Уральской популяции год от года все более смещались на северо-запад: в «карман» российско-казахстанской границы (Азгирско-Урдинская группировка) и к Чижинским разливам (Махамбетская группировка). При этом места окота и летовки все более приближаются к границе России. Причины этой тенденции, возможно, связаны с пространственным распределением динамики продуктивности растительности *(см. ниже, рисунок 5)*.

Дальнейшее смещение популяции в этом направлении еще сильнее охватит российскую часть исторического ареала. Данные о направлении заходов 2020-2022 года, половозрастной структуре заходящих групп (стад) и прохождении окота на территории Волгоградской и Саратовской областей скорей всего, указывают на ту же тенденцию к смещению мест окота и летнего обитания на северо-запад.

При этом сам по себе рост численности и плотности популяции должны были привести к тому, что все большая ее часть даже без дополнительных причин для направленных передвижений вытесняется в периферийные области в ходе местных кочевок. Учитывая, что большинство районов концентрации сайгаков на российской территории простирается не далее 40-50 км от границы, а подавляюще большая часть животных остается в пределах еще более узкой полосы, порядка 10 км от границы, такое объяснение кажется достаточным для большей части заходов.

Начало массовых заходов именно в 2020 г., вероятно, стало следствием засухи, происходящем на фоне роста численности: нехватка кормов (особенно сочных кормов, способных удовлетворять также потребность животных в воде) и водопоев могла спровоцировать более интенсивные и/или более дальние, чем обычно, кочевки сайгаков в местах летнего обитания, при которых отдельные стада стали выходить на российскую территорию.

Мы попытались оценить тенденции изменения перечисленных драйверов на основе анализа данных продукта MOD17A3 (оценка чистой первичной продуктивности наземной растительности с использованием космоснимков MODIS) за 2000-2023 гг. с разрешением 500 м. Нами построен прогноз изменения продуктивности первичной биомассы до 2025 г. *(рисунки 5, 6)*. Как видно, почти во всей казахстанской части Волго-Уральского междуречья происходит сокращение продуктивности пастбищ. Обратная тенденция, к росту продуктивности, проявляется только в ограниченном районе: от Камыш-Самарских озер и окрестностей оз. Аралсор до госграницы вблизи р. Торгун, включая территорию Казахстана в «кармане» российско-казахстанской границы, с продолжением в северо-восточной части Волгоградской

области. В меньшей степени тенденция к росту продуктивности выражена вблизи российско-казахстанской границы в местах пересечения ее реками Чижа-1 и Чижа-2 и в Чижинских разливах.

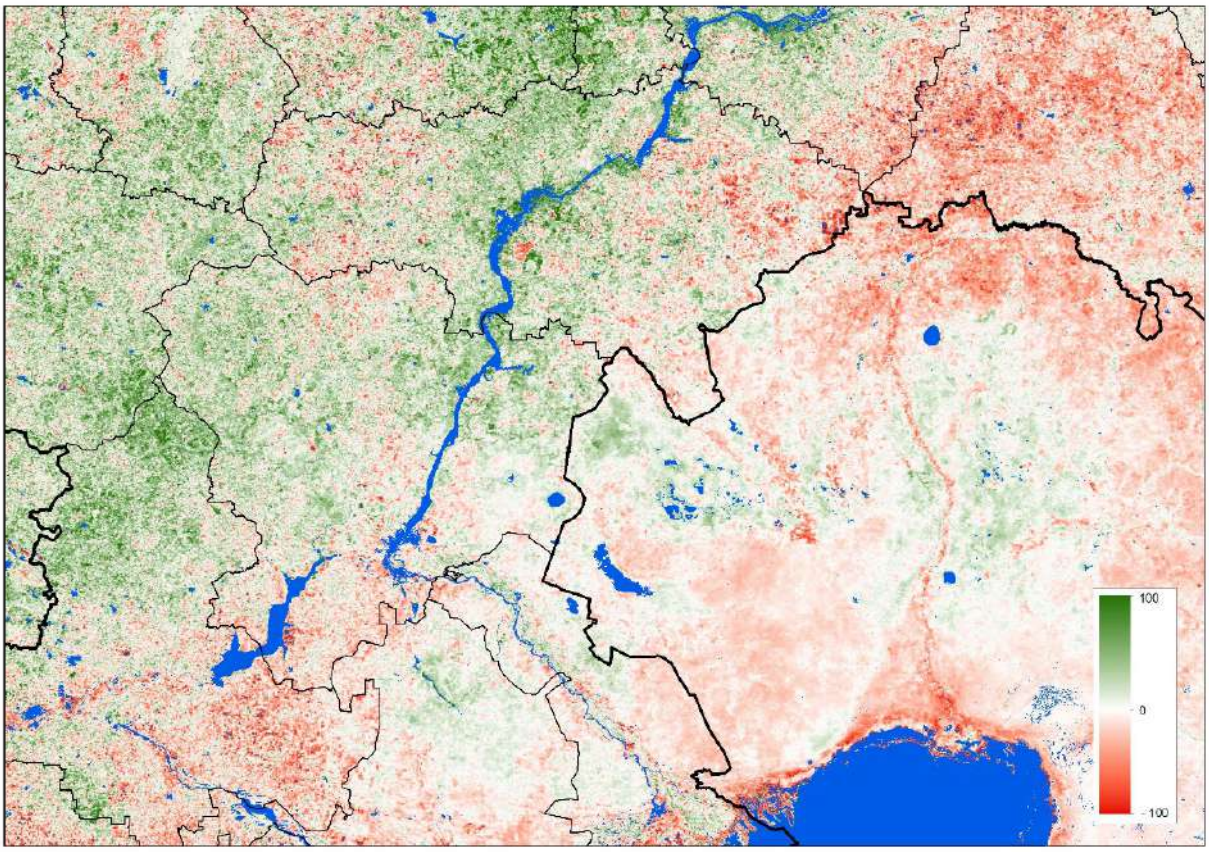


Рисунок 5. Отклонение предсказанного значения чистой первичной продукции (NPP) на 2025 г. на основании линейного тренда, рассчитанного за период 2000-2023 гг., от среднего значения за этот же период (грамм С/м^2 в год).

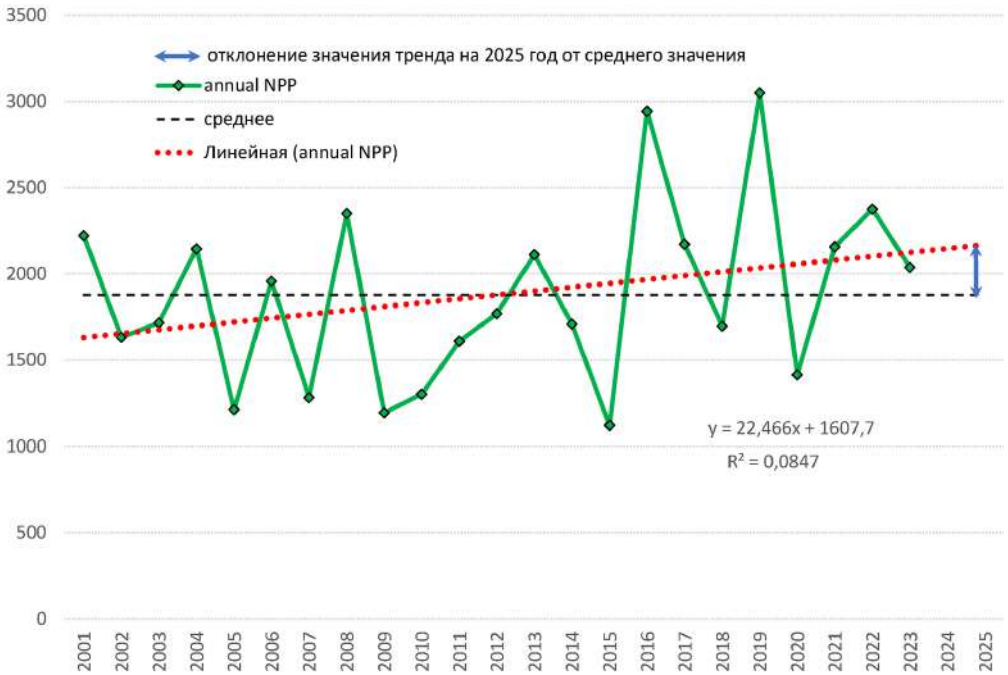


Рисунок 6. График динамики NPP на примере произвольно взятой точки в окрестностях оз. Эльтон.

Те же тенденции демонстрирует тренд изменения усовершенствованного вегетационного индекса (EVI*) (рисунки 7, 8)*, отражающего общее проективное покрытие (ОПП) растительности и общую интенсивность фотосинтеза. Эти показатели в многолетнем тренде снижаются почти везде в регионе, кроме вышеуказанных районов – там они растут или, по меньшей мере, не сокращаются.

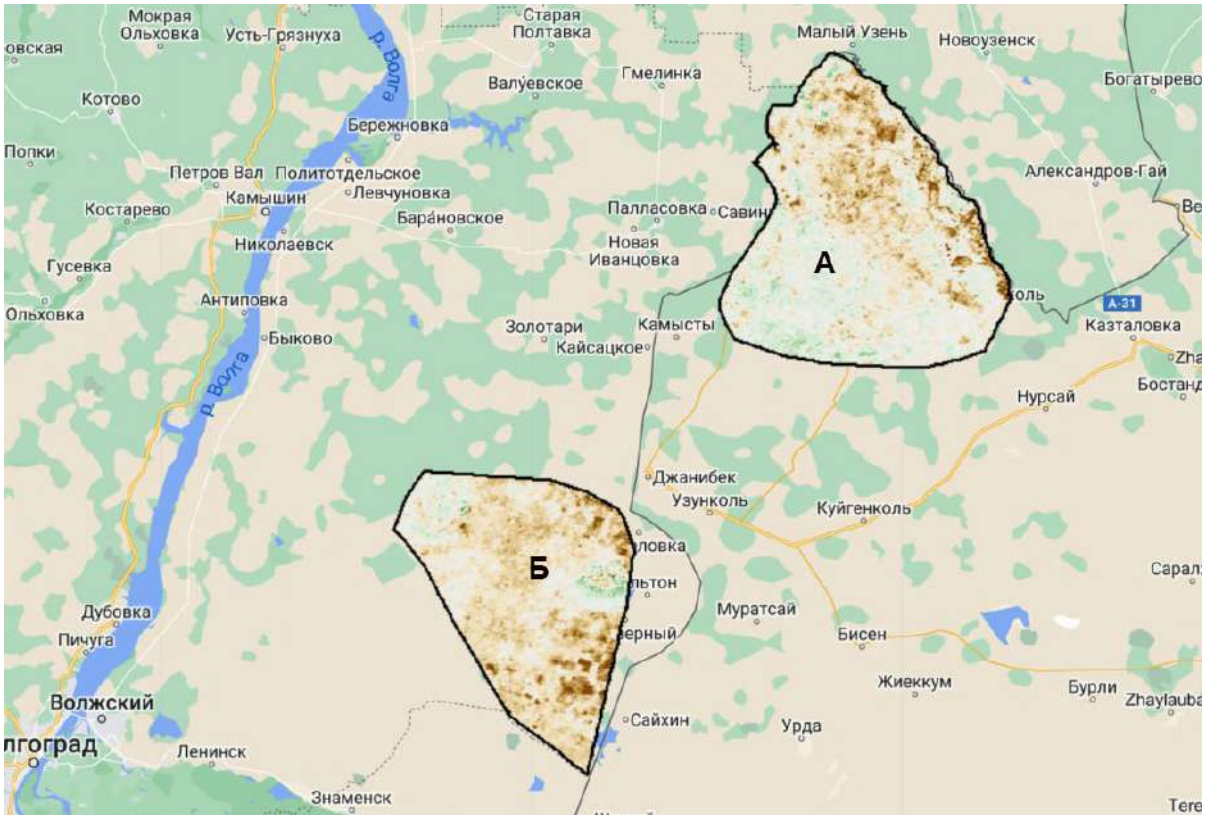


Рисунок 7. Тренд изменения индекса EVI с 2000 по 2023 гг. в некоторых районах концентрации сайгаков на территории России и Казахстана. Зеленые оттенки – увеличение значения индекса, коричневые – сокращение.

Именно на этих двух территориях, причем в неравной мере, в последние годы формируются летние концентрации сайгака. Основной район концентрации приурочен к крупнейшей области повышенного значения продуктивности растительности. Большинство переходов сайгака через границу происходит при перемещении стад в направлении вдоль районов повышенной продуктивности.

При сохранении выявленных трендов в ближайшие годы заходы сайгака в РФ будут продолжаться, и численность заходящих животных будет нарастать. Эта тенденция из-за ограниченности площади приемлемых для вида местообитаний может угрожать массовой гибелью сайгаков. Для более основательного моделирования будущих изменений необходимы ежегодные данные по распределению плотности населения сайгака и прогнозная оценка продуктивности растительности на более продолжительный период. Влияние рассмотренных драйверов на популяцию сайгаков может сократиться в результате изменения других условий – например вследствие открытия в Казахстане промысловой и любительской охоты на сайгака с 2023-2024 гг.



А



Б

Для каждого пикселя вычисляется максимальное за вегетационный сезон индекса EVI за каждый год. Далее рассчитывается тренд изменения этих значений за 23 года методом Sen's slope. Там, где тренд имеет отрицательный наклон происходит сокращение показателя EVI, значит состояние растительности ухудшается. Там, где положительный наклон, соответственно, косвенно можно утверждать о увеличении продуктивности. Где наклон близок к нулю – значимых изменений растительности не происходит. Расчеты производились в среде Google earth engine.

Рисунок 8. Тренд состояния растительности по индексу EVI, рассчитанный по 16-дневным композитам на основе снимков MODIS разрешением 250 м/пикс (2000-2023 гг.).

Регистрационный номер госзадания 1021051703468-8.

Список литературы

1. Жирнов Л.В. Возвращенные к жизни (экология, охрана и использование сайгаков) М., 1982. 224 с.

2. Фадеев В.А., Слудский А.А. Сайгак // Млекопитающие Казахстана. Т. 3. Ч. 3. Алма-Ата, 1983. С. 56-92.

3. Сайгак: филогения, систематика, экология, охрана и использование / Ред. В.Е. Соколов, Л.В. Жирнов. М.: Типография Россельхозакадемии, 1998. 356 с.

4. Каримова Т.Ю., Лущекина А.А., Неронов В.М. Современное состояние и ретроспективный анализ популяций сайгака России и Казахстана // Аридные экосистемы. 2021. № 27(2). С. 57-67.

5. Динесман, Л.Г. Изменение природы северо-запада Прикаспийской низменности / Акад. наук СССР. Лаборатория лесоведения. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1960. 160 с.

6. Линдеман Г.В., Абатуров Б.Д., Быков А.В., Лопушков В.А. Динамика населения позвоночных животных заволжской полупустыни. М.: Наука, 2005. 252 с.

7. Сапанов М.К. Влияние природно-климатических факторов на численность сайгаков (*Saiga tatarica* Pall.) (Bovidae, Artiodactyla) в Волго-Уральском междуречье // Поволжский экологический журнал. 2016. № 4. С. 445-454.

8. Грачев Ю. А. Результаты авиаучетов сайгака в Казахстане в 2012 г. // Saiga news. 2012. Вып. 15. С. 4.

9. Сапанов М.К., Сиземская М.Л. Изменение климата и динамика целинной растительности в Северном Прикаспии // Поволжский экологический журнал. 2015. №. 3. С. 307-320.

10. Салихов Т.К. Современное состояние уральской популяции сайгаков на территории проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области // Гидрометеорология и экология. 2016. № 4. С. 147-156.

УДК 599.735.53
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1261-1268

УСЛОВИЯ ОХРАНЫ САЙГАКА (*SAIGA TATARICA*) В РОССИЙСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ

CONDITIONS FOR THE PROTECTION OF SAIGA (SAIGA TATARICA) IN THE RUSSIAN TRANS-VOLGA REGION

Смелянский И.Э.[1,2], Титова С.В.[2,3], Кирилюк В.Е.[4]
Smelansky I.E. [1,2], Titova S.V. [2,3], Kirilyuk V.E. [4]

[1]Казахстанская ассоциация сохранения биоразнообразия (АСБК), Астана, Казахстан
[2]Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
[3]Институт географии РАН, Москва, Россия
[4]Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия
[1]Association for the Conservation of Biodiversity of Kazakhstan (ACBK), Astana, Kazakhstan
[2]Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia
[3]Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
[4]Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Chita, Russia

E-mail: canopuss@yandex.ru

Аннотация. Начиная с 2018 года, наблюдаются массовые заходы сайгака (*Saiga tatarica*), занесенного в Красную книгу России, на территорию Российского Заволжья со стороны Казахстана. Вследствие новизны явления для Саратовской, Волгоградской и Астраханской областей, существующая в этих регионах система ООПТ оказалась неэффективной для охраны трансграничного мигрирующего вида. Данные регионы – преимущественно аграрные, включающие как пахотные земли, так и пастбищные угодья. Поэтому появление большого количества диких копытных стало источником конфликтов между сайгаком и фермерскими хозяйствами. В связи с этим, с целью оценки потенциала для обитания вида в Заволжье, в данной работе выявлена область, занятая травяными экосистемами, включающая целинные и вторичные степные, а также пустынные сообщества, потенциально пригодные для сайгака. Площадь таких пустынно-степных и залежных местообитаний вблизи границы с Казахстаном составила около в 2843,4 тыс. га. Для сохранения мигрирующей группировки сайгака необходимо создание нескольких ООПТ в северной части региона: в Александрово-Гайском и Дергачевском районах Саратовской области, а также в районе концентрации сайгаков Боткуль – Эльтон – Булухта в Палласовском районе Волгоградской области. Здесь сохраняются достаточно большие массивы нераспаханных земель, мало используемых скотоводами.

Ключевые слова: сайгак, охраняемые территории, территориальная охрана видов, емкость угодий, местообитание вида.

Abstract. Since 2018, there have been mass incursions of the saiga antelope (Saiga tatarica), listed in the Red Book of Russia, into the territory of the Russian Trans-Volga region from Kazakhstan. Due to the novelty of the phenomenon for the Saratov, Volgograd and Astrakhan regions, the system of protected areas existing in these regions turned out to be ineffective for the protection of a transboundary migratory species. These regions are predominantly agricultural, including both arable land and pastureland. Therefore, the appearance of a large number of wild ungulates has become a source of conflicts between saiga and farms. In this regard, in order to assess the potential for the species to live in the Trans-Volga region, this work identified an area occupied by grass ecosystems, including virgin and secondary steppe, as well as desert communities, potentially suitable for saiga. The area of such desert-steppe and fallow habitats near the border with Kazakhstan was about 2843.4 thousand hectares. To preserve the migratory group of saiga, it is necessary to create several protected areas in the northern part of the region: in the Aleksandrovo-Gaisky and Dergachevsky districts of the Saratov region, as well as in the area of concentration of saigas Botkul - Elton - Bulukhta in the Pallasovsky district of the Volgograd region. Quite large tracts of unplowed land remain here, little used by pastoralists.

Key words: saiga, protected areas, territorial protection of species, land capacity, species habitat.

Начиная с 2018 г., наблюдаются массовые заходы сайгаков в российское степное Заволжье на территории Саратовской, Волгоградской и Астраханской областей. После почти полного отсутствия в течение 10-20 лет, численность сайгаков в регионе в отдельные периоды достигает 40-50 тыс. особей, в последние два года возможно и значительно больше. Также с 2018 г. на российской территории отмечается все более массовый отел сайгаков. За редким

исключением, заходящие в Заволжье сайгаки не остаются там надолго и не проходят дальше нескольких десятков километров от границы. Порядка 90% численности сайгаков сконцентрированы в пределах 20 км от границы. Можно выделить 7 более или менее отдельных районов концентрации сайгаков, каждому из которых соответствуют свои места перехода границы.

Численность сайгака в России, как и в Казахстане, испытала катастрофическое снижение в 1998-2003 гг. С этого времени охота на сайгака в России была запрещена, с 2013 г. он внесен в Перечень особо ценных диких животных, принадлежащих к видам, занесенным в Красную книгу Российской Федерации и (или) охраняемым международными договорами Российской Федерации. За незаконную добычу или оборот продуктов и дериватов сайгака установлена уголовная ответственность. С 2020 г. сайгак внесен в список Красной книги РФ, еще ранее был включен в региональные Красные книги всех трех упомянутых субъектов РФ.

Традиционно, защита и сохранение сайгака в России рассматривались в основном применительно к популяции Северо-Западного Прикаспия, обитающей в Правобережье Волги. Там охрана сайгака обеспечивается системой крупных ООПТ федерального и регионального значения, ведется мониторинг численности и состояния популяции, отработаны меры охраны за пределами ООПТ.

Но вследствие массовых заходов сайгака в Заволжье в последние годы сложилась новая ситуация, когда охраняемый законом вид появился на территории, где его охрана ранее не требовалась, и потому не возникла система необходимых мер и природоохранных институций. Притом, по состоянию на 2020-2023 гг., в периоды массовых заходов численность сайгака в Заволжье значительно превышает численность популяции Северо-Западного Прикаспия. Дополнительную сложность создают два важных аспекта. Во-первых, заволжские группировки сайгака являются полностью трансграничными, представляя собой часть Волго-Уральской (Уральской) популяции. Во-вторых, появление в регионе большого количества сайгаков стало источником растущего конфликта между ними и местными производителями сельскохозяйственной продукции (преимущественно, фермерскими хозяйствами) – аналогично тому, что имеет место на сопредельной казахстанской территории [1].

Масштабное использование сайгаками территорий в российском Южном Заволжье наблюдается уже более 5 лет и имеет тенденцию к росту, которая предположительно сохранится и в ближайшем будущем.

Все это определяет необходимость, во-первых, оценить емкость территории для поддержания сезонных и/или постоянных группировок сайгака с учетом существующих здесь социально-экономических ограничений и, во-вторых, оценить существующие меры обеспечения охраны вида в Заволжье. На основании этих оценок станут понятны перспективы сохранения сайгака в регионе.

Опираясь на собранные нами полевые и опросные данные о распределении и численности сайгака в регионе и используя данные космического мониторинга, мы попытались выделить на территории Заволжья пригодные для сайгака местообитания. Затем, используя данные о распределении посевов и поголовья скота, мы оценили потенциальную конфликтность этих местообитаний. На основании полученных результатов мы формулируем некоторые рекомендации по снижению конфликтности и обеспечению сохранения сайгака в регионе.

На территории Саратовской области и в северной половине Волгоградского Заволжья, на юг до «Эльтонского выступа» во всех районах концентрации сайгаки держались преимущественно на старых залежах, растительный покров которых восстановился до вторичных степей или полынников северно-пустынного типа, и на старых посевах многолетних трав (обычно житняка), также в той или иной степени остепненных. Большинство сообщений о вреде сайгаков в этой части региона относится к естественным сенокосам, которые здесь соответствуют сазовым острецовым лугам в лиманах. В меньшей степени фермеры сообщали о повреждении посевов, в том числе кормовых культур. Неясно, насколько такие местообитания предпочитаются сайгаками, но они наиболее уязвимы к вытаптыванию, и их повреждение наиболее чувствительно для фермеров.

В районе концентрации Боткуль – Эльтон – Булухта экосистемный покров относительно мало нарушен распашкой, но подвергается частым пожарам. Сайгаки здесь держатся преимущественно в опустыненных степях (сейчас имеющих характер пирогенных) и в различных галофитных и гипергалофитных солянковых сообществах пустынного типа на солончаках.

Южнее, в Астраханской области, явного предпочтения определенных местообитаний выявить не удалось. Сайгаки держались на участках глинистой полынной северной пустыни в выровненном рельефе. Также они были отмечены в грядово-бугристых песках с куртинами высоких кустарников (тамариска, лоха).

Проведенное на 57 площадках в зоне присутствия сайгаков описание растительности с одновременным подсчетом экскрементов сайгака на площадках фиксированной площади позволяет выявить локальные закономерности в биотопических предпочтениях. Предпочитаемость сайгаками биотопов образует следующий ряд в порядке убывания предпочтения: солонцеватые степи (житняковые и острецовые, включая вторичные), солонцово-степные комплексы, залежи с преобладанием однолетников, условно-целинные опустыненные степи, сазовые острецовые луга в лиманах, стерня, другие местообитания.

С целью оценки потенциала для обитания вида в Заволжье выявлена область, занятая травяными экосистемами, включающая целинные и вторичные степные и пустынные сообщества, потенциально пригодные для сайгака как генерализованные местообитания *(рисунок 1)*. Сплошные массивы подобных местообитаний расположены в левобережье Астраханской области, в Палласовском районе Волгоградской, Новоузенском и Александрово-Гайском районах Саратовской областей. Предел потенциального расселения сайгака в Саратовской и отчасти Волгоградской областях образует граница лежащей западнее и севернее зоны преобладания агроландшафтов, характеризующихся высокой долей посевных площадей с густой сетью лесополос и элементов линейной инфраструктуры. В норме, этот ландшафт непригоден для обитания сайгаков. Сколько-нибудь значительные их заходы вглубь земледельческой зоны не зарегистрированы. В пределах районов концентрации вблизи госграницы, особенно в Саратовской области, сайгаки используют и посевы, но тут они чередуются с большими степными участками.

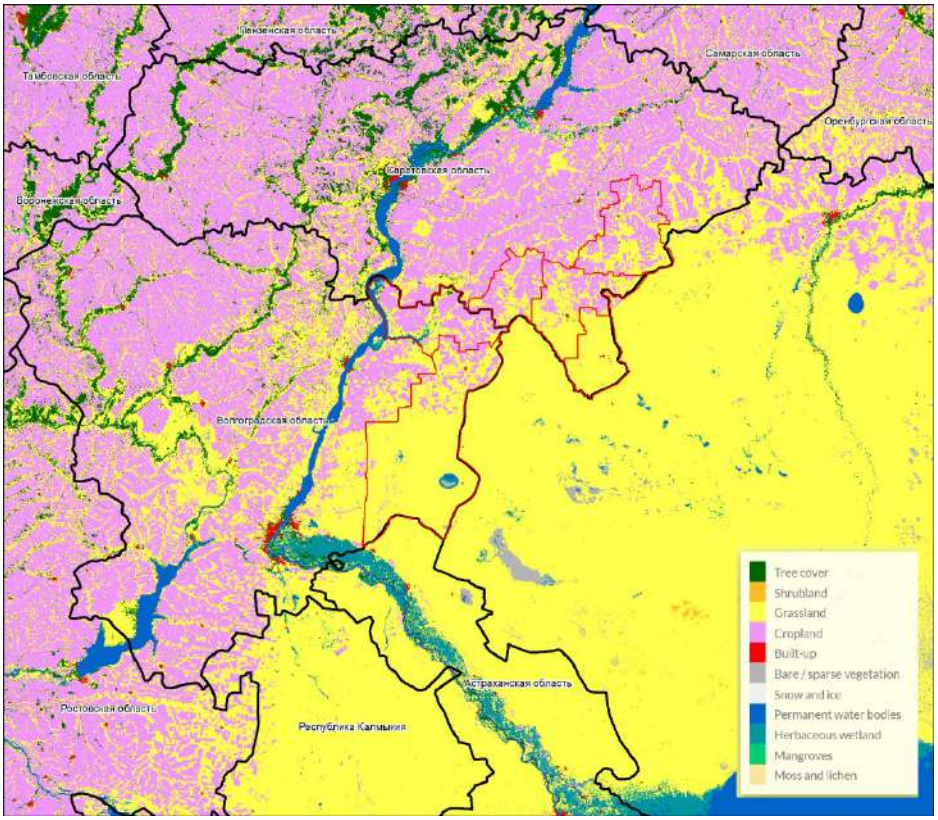


Рисунок 1. Основные ландшафты, выявленные на основе дешифрирования космоснимков, продукт ESA World Cover на основе снимков Sentinel 2, разрешение 10 м.

Среди пахотных земель в зоне присутствия сайгака большую долю составляют посевы многолетних трав, которые он может использовать в качестве постоянных местообитаний. Посевы однолетних культур, особенно пропашных, и чистые пары малопригодны для сайгака и используются им только спорадически. Кормовая ценность посевных культур для сайгаков невелика [2-7] и они не стремятся использовать посевы как кормовые стации. Но в засуху, в

условиях нехватки водопоев и общего дефицита воды, посевные культуры могут привлекать сайгаков как источник влаги (особенно это проявляется в отношении некоторых культур – в частности, сорго). В основном же пашни используются только как транзитные стации. При этом посевы все равно подвергаются вытаптыванию, хотя степень их повреждения пострадавшие фермеры, по-видимому, склонны сильно преувеличивать. В любом случае, появление сайгаков на посевах ведет к конфликту с земледельческими хозяйствами.

Для оценки доли местообитаний сайгаков, существенно трансформированных распашкой, составлена карта пахотных земель, исключающая посевы многолетних трав *(рисунок 2)*.

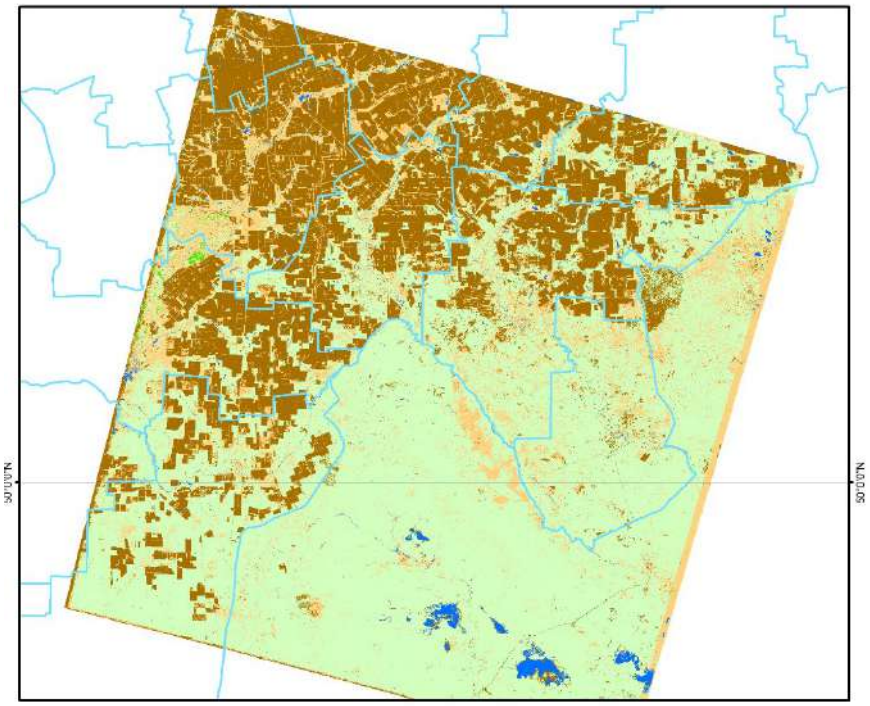


Рисунок 2. Структура сельскохозяйственных угодий в северной половине региона заходов сайгаков. на основе классификации с обучением динамики индексов NDVI за период 2020-2023 (метод random forest).

Сложнее оценить потенциал конфликта со скотоводами. Ботанический состав кормов, используемых сайгаком и скотом (прежде всего, овцами, с которыми сайгак более сходен по размеру и потребностям в кормах), существенно различается [8]. Как мы выяснили в ходе интервью с фермерами и специалистами муниципальных органов, конфликт связан не столько с конкуренцией за пастбища (хотя и с ней тоже), сколько с нарушением сайгаками сенокосных угодий. Тем не менее, для генерализованной оценки можно использовать в качестве предиктора конфликтности поголовье скота. При этом имеет значение только те виды сельскохозяйственных животных, которые содержатся на пастбищах, а в зимний период используют сено, заготовленное в ближайшей окрестности. В рассматриваемом регионе это лошади, КРС, овцы и козы (МРС). Начиная с 2007 г. общая численность скота здесь изменялась мало (заметный рост поголовья КРС и МРС наблюдался только в Палласовском районе, заметное снижение МРС – в Новоузенском, снижение КРС – в Новоузенском, Дергачевском, Питерском и Старополтавском районах). Однако скот размещен не равномерно. Для выявления наименьшей плотности поголовья основных видов составлена порайонная карта *(рисунок 3)*, демонстрирующая, что наименьшая численность скота на единицу площади приходится на Палласовский район.

В целом, площадь пригодных для сайгака пустынно-степных и залежных местообитаний вблизи границы с Казахстаном мы оцениваем в 2843,4 тыс. га. Из них места, пригодные преимущественно для зимовки, на территории Астраханской области – 1396,8 тыс. га, летние и весенние (пригодные для отела) местообитания в Палласовском, Александрово-Гайском и Новоузенском районах – 1287,7 тыс. га. В других районах пригодные местообитания представлены в основном мелкими участками, разбросанными среди агроландшафта *(рисунок 4)*.

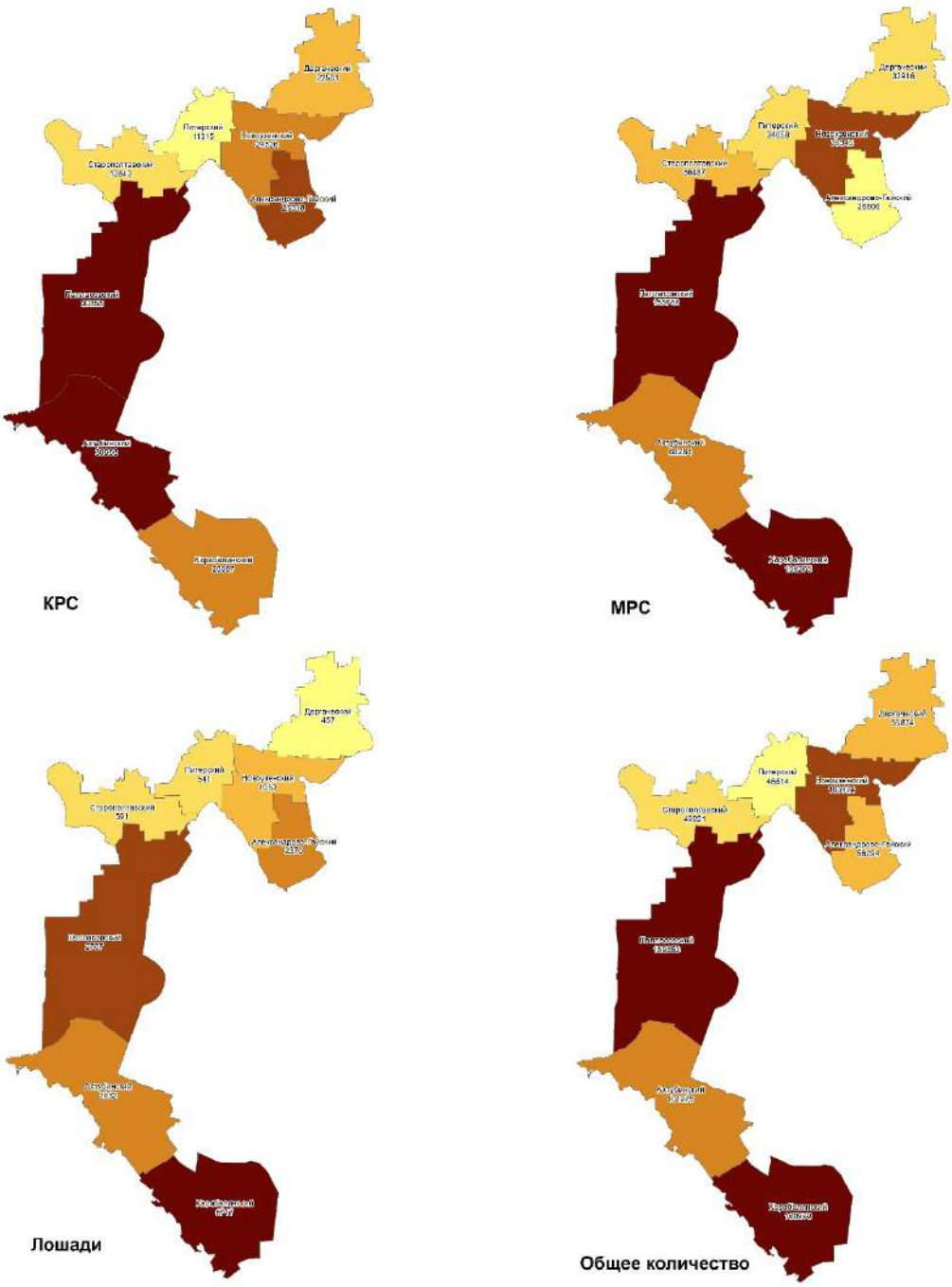


Рисунок 3. Поголовье КРС, МРС и лошадей и общее их количество во всех типах хозяйств шести исследованных районов на конец 2020 года (гол./км^2).

При этом во всех административных районах, где сохраняются относительно большие площади пригодных для сайгака биотопов, развито пастбищное скотоводство и поддерживается достаточно большое поголовье скота. Соответственно, биотопы сайгака испытывают достаточно высокую пастбищную нагрузку и, что важнее, частично используются также в качестве сенокосов. Это создает потенциал для продолжения и роста конфликтов со скотоводческими хозяйствами по мере увеличения численности сайгаков на российской территории.

Пространством для формирования постоянных группировок сайгака в Заволжье являются только те территории травяных экосистем, где по каким-то причинам отсутствует или ограничено скотоводство. Таковых две: район концентрации сайгаков Боткуль – Эльтон – Булухта площадью около 316, 3 тыс. га и, в меньшей степени, западная часть Александрово-Гайского района, 105,7 тыс. га.

Существующая в регионе сеть ООПТ малоэффективна для защиты сайгака. В Саратовской области ООПТ в районах концентрации сайгаков отсутствуют. В Астраханской и

Волгоградской областях ООПТ федерального и регионального значения охватывают около 14% территории районов концентрации сайгаков (Богдинско-Баскунчакский государственный природный заповедник, природные парки «Баскунчак» и «Эльтон» и два региональных заказника). Эти ООПТ имеют администрацию, штат инспекторов, и в большей или меньшей степени обеспечивают охрану сайгака, или хотя бы его местообитаний. Однако режим и организация охраны большинства региональных ООПТ неадекватны задачам сохранения сайгака, в Волгоградской области совсем не обеспечивают его защиту от браконьерства.

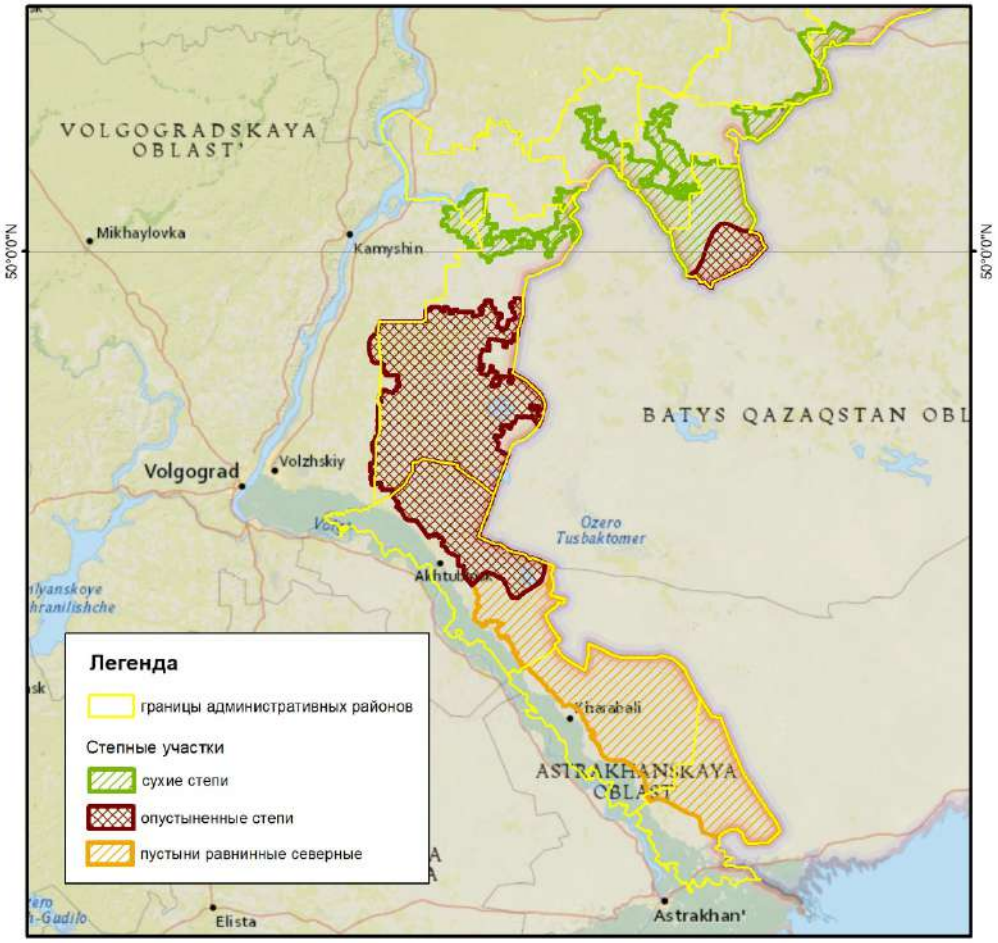


Рисунок 4. Потенциальные пригодные местообитания сайгаков в Саратовской, Волгоградской и Астраханской областях. Границы природных зон проведены на основе карты «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий» [9].

Еще около 17% территории минимально защищено статусом пограничной зоны. Суммарно, хоть какой-то формальной охраной обеспечена почти треть площади, используемой сайгаком. В отдельных районах концентрации уровень защищенности может быть значительно выше (почти 90% территории вокруг оз. Баскунчак) или ниже (10% на Харабалинском участке, 19% в междуречье Дюры и Алтаты). Охрана сайгака вне границ федеральных ООПТ – обязанность природоохранных и правоохранительных служб регионов. Однако имеющиеся у них силы и ресурсы также не позволяют обеспечить необходимую охрану сайгака (по состоянию на 2021 г. в 8 муниципальных районах Заволжья работало всего 6-7 инспекторов, на одного инспектора приходилось, в среднем, не менее 650 тыс. га угодий). Природоохранные органы всех трех субъектов РФ имеют оперативные группы по борьбе с браконьерством, но их всего 1-2 на область и их роль в охране сайгака невелика. На практике охрану сайгака в Заволжье обеспечивает пограничная служба, на долю которой приходится выявление и пресечение не менее 70% всех известных в регионе случаев браконьерства.

Отсутствие ООПТ на территории Саратовской области отчасти компенсируется расположением здесь (в Александрово-Гайском районе) двух закрепленных охотничьих угодьев (Варфоломеевское, 31,7 тыс. га и Финайкина балка, 38,2 тыс. га), охотпользователем которых

является Фонд охраны природы и сохранения редких животных в полупустынных и солончаковых районах Нижнего Поволжья. Фактически охота в этих охотугодьях не ведется, вся территория является воспроизводственными участками, где охота запрещена.

Необходимо отметить, что роль ООПТ для сохранения сайгака в регионе не сводится к борьбе с браконьерством (как раз в этом вопросе не все ООПТ были успешны). Но помимо собственно защиты животных от незаконной охоты или беспокойства (с чем, в принципе, справляется и пограничная служба), только ООПТ обеспечивают долгосрочное сохранение местообитаний сайгака, в том числе его водопоев. Только ООПТ, имеющие собственные администрации, оказались способны в засуху 2020 года провести для поддержки сайгака биотехнические мероприятия. Только они вели более или менее широкую информационную и просветительскую кампанию, очень нужную в регионе. При этом такие ООПТ отсутствуют именно в той части региона, где численность сайгака была особенно велика и где вокруг сайгака складывается наиболее конфликтная ситуация.

На фоне отсутствия коммерчески стимулируемого организованного браконьерства безопасность условий для сайгака в Заволжье зависит во многом от отношения к нему местного населения. Это отношение существенно различно в южной и северной половинах региона. На юге, где нет посевных площадей и площади кормовых угодий велики, люди относятся к сайгакам преимущественно позитивно, с дружелюбным интересом, в массе не ожидают от их появления неприятностей, готовы помогать сайгакам при необходимости (например устройством водопоев в засуху). В северной половине региона, где сайгаки наносят, или предполагается, что могут нанести, вред сельскому хозяйству, преобладет негативное отношение. Сайгаков рассматривают как стихийное бедствие и хотели бы от них избавиться.

Полагаем, что долгосрочной задачей с российской стороны должно стать устойчивое обеспечение условий для существования трансграничной группировки сайгака на том уровне численности, который достигнут в 2020-2023 гг. Повышение численности сайгака в северной части Заволжского региона вероятно нежелательно, но она может быть существенно повышена в южной половине Палласовского района и возможно в Астраханской области. Обеспечение должно включать условия для комфортного прохождения отела, безопасного летнего и зимнего пребывания животных и беспрепятственного (или безопасно регулируемого) перехода государственной границы.

Условия включают в себя сохранение (или повышение) существующего уровня подавления браконьерства, обеспечение сохранности достаточной емкости (площади и качества) местообитаний сайгака, минимизацию конфликтов с сельскохозяйственными товаропроизводителями и населением, обеспечение проницаемости и безопасности для сайгака пограничных заграждений.

Помимо других действий, было бы полезным создание в северной части региона, в Александрово-Гайском и Дергачевском районах Саратовской области, достаточно большой ООПТ с собственной администрацией. Поскольку в этой части региона отсутствуют большие участки неиспользуемых земель, это может быть ООПТ кластерного типа. Задачей ее должно быть сохранение степных экосистем и полупустынного ландшафта юго-восточной части Саратовской области и защита группировки сайгака на этой территории. Важно включить в границы такой ООПТ важнейшие места отела и водопои сайгака, а также обеспечить ее пространственное сопряжение с участками государственной границы, где проходят основные маршруты массовых заходов и выходов сайгака.

Другим местом, где была бы возможна и желательна территориальная охрана, является район концентрации сайгаков Боткуль – Эльтон – Булухта в Палласовском районе. Здесь сохраняется большой мало используемый скотоводами массив опустыненных степей и галофитных пустынь на сорах и здесь же наиболее остра проблема незаконной охоты на сайгака. Создание ООПТ, возможно высокого статуса, позволило бы обеспечить здесь охрану сайгаков от браконьерства и помогло бы формированию единственной в Заволжье полноценной группировки сайгака, кочующей в течение всего года на российской территории.

Список литературы

1. Смелянский И., Кирилюк В., Титова С. Сайгак вернулся в российское Заволжье // Saiga News. 2023. № 28. С. 23-25.

2. Абатуров Б.Д., Джапова Р.Р. Кормовая обеспеченность и состояние сайгаков Saiga tatarica на степных пастбищах с разным соотношением злаков и разнотравья // Известия РАН. Серия биологическая. 2015. № 2. С. 207-207.

3. Абатуров Б.Д., Ларионов К.О., Колесников М.К., Никонова О.А. Состояние и обеспеченность сайгаков кормом на пастбищах с растительностью разных типов // Зоологический журнал. 2005. Т. 84. № 3. С. 377-390.

4. Абатуров Б.Д., Ларионов К.О., Джапова Р.Р., Колесников М.П. Качество кормов и обеспеченность сайгаков (Saiga tatarica) пищей в условиях восстановительной смены растительности на Черных Землях Калмыкии // Зоол. журн. 2008. Т. 87. № 12. С. 1524-1530.

5. Абатуров Б.Д., Горбунов С.С., Кошкина А.И. Пригодность степных пастбищ для сайгаков // Биологическое разнообразие азиатских степей: Материалы IV Междунар. науч. конф. Костанай, 2022. С. 92-97.

6. Беляева Е.С., Ларионов К.О., Беляченко А.В. Питание сайгаков (Saiga tatarica L.) на разных типах пастбищ Прикаспийской низменности // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. 2013. № 13 (1). С. 42-47.

7. Ларионов К.О., Джапова Р.Р., Розенфельд С.Л., Абатуров, Б.Д. Питание сайгаков (Saiga tatarica) на пастбищах Черных земель Калмыкии в условиях восстановительной смены растительности и остепнения // Зоологический журнал. 2008. № 87(10). С. 1259-1269.

8. Джапова В.В., Бембеева О.Г., Аюшева Е.Ч., Джапова Р.Р. Летний рацион домашних животных в засушливых условиях на черных землях Калмыкии // Бюлл. Моск. общества испытателей природы. Отд. Биол. 2023. Т. 128. Вып. 4. Ботаника. С. 38-47.

9. Огуреева Г.Н., Микляева И.М., Сафронова И.Н., Юрковская Т.К. Карта «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий» (1:8 000 000).

УДК 636.1.082; 379.852
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1269-1272

КОННЫЙ ТУРИЗМ В РОССИИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

EQUESTRIAN TOURISM IN RUSSIA: CURRENT STATE AND PROSPECTS

Спасская Н.Н.
Spasskaya N.N.

МГУ имени М.В. Ломоносова, Научно-исследовательский Зоологический музей, Москва, Россия
Zoological Museum of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

E-mail: equusnns@mail.ru

Аннотация. Туристическая отрасль – одна из наиболее активно развивающихся в современной России. В последние годы вырос запрос на новые и необычные формы отдыха, увеличилась доля самостоятельной организации путешествий, существенно поменялись направления туристических потоков, в том числе вырос внутренний туризм. В работе дана классификация форм туризма с использованием лошадей в России, перечислены крупные событийные мероприятия, приведен анализ современного состояния, рассмотрены наиболее острые проблемы. Отдельно рассмотрена возможность использования в туризме аборигенных пород лошадей.

Ключевые слова: лошади, внутренний туризм, этнотуризм, сельский туризм, агротуризм.

Abstract. The tourism industry is one of the most actively developing in modern Russia. In recent years, the demand for new and unusual forms of recreation has increased, the share of independent travel arrangements has increased, the directions of tourist flows have changed significantly, including the growth of domestic tourism. The work provides a classification of forms of tourism using horses in Russia, lists major events, provides an analysis of the current state, and examines the most pressing problems. The possibility of using indigenous breeds of horses in tourism is separately considered.

Key words: horses, domestic tourism, ethnotourism, rural tourism, agritourism.

Несколько последних десятилетий тенденции, развивающиеся в российском туристическом бизнесе, связаны с переориентацией населения с иностранного на внутренний рынок, возрастанием запросов на новые и необычные формы отдыха, отказом клиентов от пакетных услуг туроператоров и увеличением доли самостоятельной организации путешествий [1]. Интерес к истории, культуре, этнографии собственной страны у широких масс стимулируют многочисленные и разнообразные акции: всероссийский конкурс «Самая красивая деревня России», фотоконкурсы «Самая красивая страна» и «Из окна РЖД», фестиваль «Первозданная Россия», мультимедийная выставка «Исторический багаж» и специальные туристические поезда, организованные компанией РЖД, регулярные фестивали Русского географического общества (например, второй прошёл под лозунгом «Открываем Россию заново!», третий – «Душа России – это её люди», пятый – «ГЕОГРАФИЯ») и прочее.

Развивается система государственной финансовой поддержки как туристической отрасли в целом, так и непосредственно потребителей внутреннего туризма [2, 3]. Для развития внутреннего туризма в стране, как считают специалисты, открыты большие возможности, что, прежде всего, связано с увеличением финансирования разработок и внедрения новых туристских проектов и маршрутов, создания новых, креативных направлений и видов туристской деятельности с целью повышения уровня конкурентоспособности регионов в сфере развития туризма [4]. В свете выше сказанного рассмотрим современное состояние и перспективы развития конного туризма в стране.

Конный туризм или в более широком понимании – туризм с использованием лошадей, в зависимости от целей можно условно разделить на рекреационный, спортивный и познавательный; или по другой классификации – экологический, агро- и этнотуризм. Однако четкие границы между этими типами туризма провести достаточно сложно, они пересекаются и взаимно дополняют друг друга. Значительно более интересно выделить формы деятельности в этой области. Источником информации послужили открытые интернет-источники, социальные сети и личные наблюдения автора.

Конные прогулки предлагают практически все конноспортивные клубы (а они есть в каждом городе, и часто не по одному), базы отдыха, а также агро-туристические и крестьянско-фермерские хозяйства, этнофермы и этнодеревни, многие природные и национальные парки.

Более продолжительные *конные походы* организуют конноспортивные и конно-туристические клубы, базы и комплексы отдыха, природные и национальные парки. Эта форма туризма традиционно начала развиваться с горных районов (Алтай, Кавказ, Крым, Урал), где из седла ещё можно полюбоваться великолепными пейзажами, но в последнее время и равнинные регионы тоже становятся популярными, хотя здесь походы бывают менее продолжительны. Конный туризм при таком аспекте рассмотрения оказывается ближе к экологическому туризму.

Еще одной распространенной формой оказываются *экскурсии* в агро-туристические и крестьянско-фермерские хозяйства, этнографические музеи, фермы и деревни. Обычно посетителей знакомят с отдельными аспектами жизни и быта, традиционными блюдами, проводят дегустации продуктов питания, устраивают мастер-классы, дают возможность пообщаться с домашними животными. При продолжительном времени пребывания туристов размещают в гостевых домах и усадьбах. Следует отметить, что наличие лошадей создаёт дополнительную привлекательность таким объектам для потребителей туристических услуг, подавляющее большинство которых составляют городские жители.

Набирают популярность *психологические тренинги и ретриты*, проводимые при непосредственном участии лошадей на небольших частных фермах и конюшнях.

Отдельную категорию туризма, где принимают участие лошади, составляет *событийный туризм*.

Яркими спортивными событиями становятся призовые скачки на крупных ипподромах страны. Турнир по традиционной экипажной езде «Владимирский тракт» (Владимирская область), зимние испытания на лошадях мезенской породы и летние соревнования Мезенка-Трек (Мезень, Архангельская область) привлекают не только спортсменов, но и зрителей. Конные соревнования – это неотъемлемая часть народных праздников, таких как Гажа валяй (Республика Коми), Сабантуй (Татарстан), Ысыах (Якутия), Сурхарбан (Бурятия), Наадым (Тыва).

Фольклорно-этнографические праздники не обходятся без участия лошадей – «День святых Флора и Лавра. Праздник лошади» (Малые Корелы, Архангельская область), «День коня» (Вологодская область), Фестиваль тюльпанов (Калмыкия) и «Гэсэриада» (Осинский район, Иркутская область). В Кировской области и Удмуртии более полутора десятилетий проходит и превратилась в яркий народный праздник Всероссийская выставка лошадей вятской породы «Золотая вятка». А Фестиваль башкирской лошади «Башкорт-ата» (Сибайский район, Башкирия) за два года своего существования уже стал одним из крупнейших культурных событий республики. Набирает популярность Международный конный фестиваль «Иваново Поле» (Московская область), в 2024 г. он будет проводиться в пятый раз; здесь происходит полное погружение в конный мир всех времен и народов, знакомство с лошадьми разных пород, искусством и ремеслами.

Разнообразные фестивали военно-исторической реконструкции не обходятся без конных участников – например, «Железный град» и «Исаборг» (Изборск, Псковская область), «День Бородина» (Московская область), «Поле Куликово» (Тульская область), в Сабуровской крепости (Орловская область).

В этой работе не было задачи собрать полный перечень конных мероприятий, проводимых в стране, а оценить представленность форм конного туризма можно только в целом, так как обобщенных источников информации фактически не существует (об этом далее). Безусловными лидерами по распространенности (количественной и пространственной) оказываются прогулки и экскурсии. Для остальных форм региональное распределение оказывается крайне неравномерным: их больше в центральной части Европейской России, горные территории. Районы степной зоны, на мой взгляд, этот ресурс в значительной степени недоиспользуют. Отрадным явлением последнего десятилетия является появление новых адресов событийного конного туризма. Однако существуют и проблемы, их много, и они разной степени глубины. Обозначим только наиболее явные.

Коневодство в стране в последние десятилетия испытывает многочисленные трудности. Одна из них связана с продолжающимся сокращением поголовья большинства аборигенных пород лошадей – уникального генетического и историко-культурного ресурса страны. Сокращение пользовательского спроса на этих животных может быть компенсировано широким привлечением их в туристическую отрасль. Немаловажный вопрос: каких лошадей можно и нужно задействовать в туризме? На породную принадлежность, как правило, не обращают должного внимания. В агротуризме подавляющее большинство животных помесные, часто сюда попадают лошади, списанные из-за возраста и болезней из спорта или проката. Однако именно

аборигенные породы лошадей могут и должны создать аутентичную атмосферу, так необходимую в сельском и, особенно, в этнографическом туризме: калмыцкая лошадь должна быть в караване на Шёлковом пути в Калмыкии и Астраханской области, со спины башкирской лошади надо любоваться уральскими пейзажами, на Владимирском тракте тройка из вятских лошадок…. В условиях конных походов великолепно зарекомендовали себя невысокие, выносливые, неприхотливые, добронравные аборигенные лошади. Долгое время эта форма туризма была только летней, но сейчас разработаны и проводят зимние, например, конно-санные, маршруты. Универсальность аборигенных пород позволяет с успехом использовать их так под седло, так и в запряжке [5]. В туризме эти породы могут получить шанс на выживание.

Одна из наиболее сложных проблем – это дефицит в регионах рабочих мест и, как следствие, активная миграция населения. А это не только экономическая проблема, но и социальная, и культурная деградация: исчезает преемственность поколений, теряются связи и традиции. Туризм считают одним из наиболее перспективных направлений по решению вопросов занятости населения: предполагают, что к 2030 г. будет создано около 4,7 млн новых рабочих мест [6]. Национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства» по оценке экспертов должен посредством привлечения инвестиций в отрасль, повышения занятости на туристических территориях, а также за счет мультипликативности туристической отрасли стимулировать экономический рост в регионах [7].

Для людей и компаний, работающих в туристической отрасли, необходимо создание многочисленных горизонтальных связей для формирования комплексного регионального туристического продукта, удовлетворяющего разнообразные запросы разных категорий потребителей. Отсутствие на местах часто комплексного плана развития, разобщенность участников не дает возможность объединить усилия и добиться бóльших результатов [8]. Конный туризм должен быть встроен в общую региональную схему, только в сочетании с другими туристическими объектами он может стать более востребованным.

Местные мероприятия недостаточно освещаются и рекламируются на разных уровнях, по этой причине зачастую не могут превратиться в туристический бренд. Власти разного уровня должны быть заинтересованы в сохранении традиций и поддержании региональной самобытности, стимулировании частных инициатив. Для непосредственных потребителей туристических услуг не хватает источников с аккумулированной информацией по регионам и тематикам для планирования времени и маршрута поездки. Только в последние годы на сайтах региональных департаментов и отделов культуры начали создаваться календари культурных мероприятий, но они охватывают далеко не все формы активности, которые могли бы быть интересны потенциальным потребителям. В 2024 г. создан портал Национального календаря событий [9], в котором заявлены все регионы страны, есть поиск по типам мероприятий, однако полнота информации здесь еще крайне недостаточна. А вот платформа Ассоциации содействия развитию агротуризма перестала функционировать (http://www.agritourism.ru).

Подытоживая выше сказанное, следует отметить, что потенциал у конного туризма в широком понимании есть, и есть перспективы его развития в стране в ближайшем будущем. Лошади – животные, которые сыграли ключевую роль в истории человечества и составляют значительный пласт историко-культурного наследия разных регионов нашей страны. И сейчас появляется надежда, что они смогут вывезти нас и из социально-экономических проблем.

Список литературы

1. Лавров В.В. Тенденции развития туризма в Российской Федерации в условиях новой экономической реальности // Петербургский экономический журнал. 2022. № 1-2. С. 178-185. DOI: 10.24412/2307-5368-2022-1-2-178-185.

2. Постановление Правительства РФ от 18.11.2021 № 1852 «Об утверждении Правил оказания услуг по реализации туристского продукта» // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_368293/ (дата обращения: 20.01.2024).

3. Распоряжение Правительства РФ от 20.09.2019 № 2129-р (ред. от 23.11.2020) «Об утверждении Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_333756/ (дата обращения: 20.01.2024).

4. Свежий взгляд: Правительство поменяло ориентиры в развитии туризма. 5 апреля 2022. [Электронный ресурс]. URL: https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/news/svezhiy-vzglyad-pravitelstvo-pomenyalo-orientiry-v-razvitii-turizma (дата обращения: 22.01.2024).

5. Спасская Н.Н. Использование лошадей в сельском и этнотуризме: обзор современного опыта в России // Аборигенное коневодство России: история, современность, перспективы: Сб. науч. тр. по материалам II Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием (22 июня 2018 г., г. Мезень) / Отв. за выпуск И.Б. Юрьева / ПФ ФГБУН ФИЦКИА РАН – Архангельский НИИСХ. Архангельск. 2018. С. 129-133.

6. Развитие туризма в России. [Электронный ресурс]. URL: https://forumspb.com/news/news/razvitie-turizma-v-rossii/ (дата обращения: 22.01.2024).

7. Сергиенко Н.С. К вопросу о развитии внутреннего туризма в Российской Федерации. // Вестник университета. 2021. № 5. С. 77-84. DOI: 10.26425/1816-4277-2021-5-77-84.

8. Санжиев Д. Города и поселения с историческим наследием просят для себя особый статус. // Экономика и жизнь. 2018. № 04(9720). [Электронный ресурс]. URL: https://www.eg-online.ru/article/365269/ 01 февраля (дата обращения: 15.02.2024).

9. Национальный календарь событий. [Электронный ресурс]. URL: https://eventsinrussia.com (дата обращения: 10.02.2024).

УДК 581.412; 581.44; 581.52
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1273-1276

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ *QUERCUS ROBUR* L. В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА РУССКОЙ РАВНИНЫ

BIOMORPHOLOGICAL ADAPTATIONS OF *QUERCUS ROBUR* L. IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHEAST OF THE RUSSIAN PLAIN

Стаменов М.Н.
Stamenov M.N.

Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина, Нижний Новгород, Россия
Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, Russia

E-mail: mslv-eiksb@inbox.ru

Аннотация. Обобщены промежуточные результаты исследований организации побеговых систем виргинильных и генеративных особей *Quercus robur* L. на юго-восточной окраине ареала в пределах Саратовской и Волгоградской областей. Всего исследовано более 1000 особей. Установлен целый ряд особенностей строения кроны особей *Q. robur*, которые можно рассматривать в качестве адаптаций побеговых систем к комплексу климатических и почвенно-гидрологических условий Нижнего Поволжья. К ним относятся усиление полиархического плана организации ствола, изменение соотношений между ростом ствола вверх и ростом ветвей вширь, распространение плагиотропных осей и осей, обладающих положительным геотропизмом, в разных высотных зонах кроны, массовое пробуждение спящих почек и замена вторичной кроной отмершей первичной кроны. Такие процессы, которые ведут к увеличению автономности отдельных секторов кроны, усиливаются по мере взросления и старения особи.

Ключевые слова: *Quercus robur* L., биоморфология, побеговые системы, лесостепь, степь, Саратовская область, Волгоградская область.

Abstract. The intermediate results of studies on the organization of shoot systems of virginal and reproductive individuals of *Quercus robur* L. on the southeastern edge of its area within the Saratov and Volgograd regions are summarized. In total, more than 1000 individuals were studied. A number of features of the crown structure of *Q. robur* L. individuals have been established, which can be considered as adaptations of shoot systems to the complex of climatic and soil-hydrological conditions of the Lower Volga region. These include the strengthening of the polyarchic plan of trunk organization, changes in the relationship between the growth of the trunk upward and the growth of branches in width, the spread of plagiotropic axes and axes with positive geotropism in different altitudinal zones of the crown, the mass awakening of dormant buds and the replacement of the dead primary crown with a secondary crown. Such processes, which lead to an increase in the autonomy of individual sectors of the crown, intensify as the individual grows and ages.

Key words: *Quercus robur* L., biomorphology, shoot systems, forest-steppe, steppe, Saratov region, Volgograd region.

Введение. Учение о жизненных формах (биоморфология, экологическая морфология) имеет уже двухвековую историю. Особое развитие оно получило во второй половине XX века. В этот период были сформированы крупные обобщения и классификации жизненных форм [1], сформулированы основные положения концепций дискретного описания онтогенеза [2-4], модульной организации растений [5, 6], архитектурных моделей [7]. Описана организация побеговых систем на различных уровнях иерархической организации у целого ряда растений: от трав [8] до деревьев [9]. При этом отечественные исследователи традиционно большее внимание уделяют травянистым растениям, в том числе из-за невысокого разнообразия видов деревьев в лесной зоне Северной Евразии. Однако дерево как жизненная форма характеризуется многолетним онтогенезом и многократно большим, по сравнению с травами, числом структурных единиц, или модулей. Очевидно, что большая масса побеговых систем, накапливаемых особью в ходе онтогенеза, способствует проявлению как количественной, так и качественной изменчивости у вида. К видам, для которого характерны оба типа изменчивости, относится чрезвычайно ценный с экосистемной и хозяйственной точек зрения *Quercus robur* L. В лесостепной и степной зонах он выступает едва ли не основным лесообразующим видом в немногочисленных лесных массивах [10]. Кроме того, в пределах степной зоны Европейской части России проходит юго-восточная граница ареала вида. Нами на протяжении ряда лет

исследуется конструкция и набор побеговых систем *Q. robur* в различных физико-географических регионах Восточно-Европейской равнины. Целью данной работы является обзор биоморфологических особенностей *Q. robur* в юго-восточной части его ареала – в пределах Саратовской и Волгоградской областей.

Материалы и методы. Исследуемые популяции *Q. robur* расположены на правобережье Волги, в Саратовской области – в пределах Вольского, Базарно-Карабулакского, Воскресенского, Татищевского, Красноармейского районов и г.о. Саратов; в Волгоградской области – в пределах Руднянского, Жирновского и Камышинского районов. Популяции расположены в различных элементах рельефа: плоские и всхолмленные водоразделы на различных высотных уровнях, световые и теневые склоны, в том числе с выходами коренных пород, днища балок, надпойменные террасы. Популяции *Q. robur* выявлены в сосняках, сосново-широколиственных лесах, неморальных широколиственных лесах, остепненных дубравах разной степени сомкнутости, в участках луговых и петрофитных степей. Исследовали виргинильные и генеративные особи. В каждой популяции выборочно измеряли значения морфометрических параметров (высота, диаметр ствола, радиус проекции кроны) и календарного возраста у особей. При этом для каждой особи устанавливали жизненную форму (по числу стволов) и анализировали структурные характеристики кроны. К ним относятся конфигурация, нарастание и ветвление осей I (ствол и замещающие его оси), II (ветви, непосредственно отходящие от ствола) и III (ветви второго порядка, «встроенные» в систему ветви от ствола) видимых порядков. Также анализировали пространственные отношения между стволом и ветвями от ствола. Конструкцию кроны анализировали как непосредственно в полевых условиях, так и по фотографиям. Всего исследовано свыше 1000 особей, при этом комплексно проанализирована архитектура кроны примерно у 350 особей, произрастающих на севере Волгоградской области [11].

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что в большинстве местообитаний преобладают одно- и двуствольные особи. Многоствольные особи с сильно искривленными и симподиально нарастающими стволами, габитуально приближенные к кустарникам, произрастают на крутых щебнистых склонах юго-восточной экспозиции, обрывающихся к Волге, в Змеёвых горах в Воскресенском районе.

В виргинильном состоянии в большинстве местообитаний в пределах Саратовской области ствол у особей *Q. robur* растет ортотропно на большем своем протяжении. При этом в сосняках и в отдельных случаях на полянах и залежах на севере Волгоградской области наблюдается резкое или плавное отклонение ствола от вертикального направления. Характерное для *Q. robur* неустойчиво-моноподиальное нарастание ствола [1] хорошо выражено у виргинильных особей, особенно порослевого происхождения, в защищенных от ветров и также достаточно увлажненных местообитаниях (поляны и открытые склоны балок в окружении леса). Однако по опушкам лесов и в разреженных березо-дубняках на водоразделах увеличивается доля особей с протяженными симподиями в составе ствола, которые обладают зигзагообразным контуром. В разреженных дубравах на севере Волгоградской области, на открытых малоснежных световых склонах, ствол зачастую нарастает симподиально с отдельными моноподиями. В генеративном периоде онтогенеза у большинства особей в пределах всего исследуемого региона, от севера Саратовской области до Камышинского района Волгоградской области, в составе ствола в той или иной степени принимают участие симподии. При этом в липово-дубовых и дубово-липовых лесах Базарно-Карабулакского района у значительной части особей сохраняется иерархический план организации с отдельными полиархическими элементами. Главным организатором кроны в этом случае выступает ствол, который может разделяться по типу дихазия на дочерние оси. Образование дихазиев при этом носит единичный характер, а оси из них в целом не опережают по развитию ветви от ствола. При этом в меловых холмах Вольского района и во всех более южных районах у большинства генеративных особей *Q. robur* ствол во второй половине разделяется на сложную систему разнонаправленных осей, отделенных друг от друга анизотомными дихазиями. На верхней поверхности выравнивания Приволжской возвышенности в Камышинском районе в разреженных дубравах подобные ложнодихотомические системы занимают большую часть кроны. Относительно иерархические системы с главным стволом и единичными дихазиями в условиях Приволжской возвышенности в Волгоградской области отмечены только в сомкнутых древостоях на днищах балок.

У небольшой доли виргинильных особей *Q. robur* и единичных средневозрастных генеративных особей, произрастающих на лугах и каменистых склонах, реже под пологом

сосняков, отношение ширины кроны к ее высоте существенно превышает 1. Превышение ширины кроны над общей высотой особи обычно реализуется за счет удлинения приростов на ветвях. Усиленно развиваться может как серия ветвей, так и единичная ветвь. На открытых пространствах вблизи древостоев, в основном, в Саратовской области, отмечены и узкокронные особи с очень небольшим углом отхождения ветвей от ствола.

Ранее нами было показано, что у молодых особей *Q. robur* в различных экологических условиях преобладает такой вариант строения кроны, при котором она отчетливо дифференцирована на ряд высотных зон в зависимости от ориентации ветвей от ствола [12]. В частности, у особей *Q. robur*, произрастающих в островных борах Воронежской области, ориентация ветвей снизу вверх по стволу как правило изменяется от «поникающей», далее к плагиотропной и к восходящей. При этом первая зона может выпадать, а вторая занимать большую часть высотной протяженности кроны. Сходная изменчивость протяженности каждой из высотных зон кроны отмечена и у виргинильных особей, произрастающих в Волгоградском правобережье, особенно в сосновых лесах. Кроме того, под пологом древостоев отмечены особи с абсолютным преобладанием плагиотропных ветвей, с сочетанием плагиотропных и восходящих ветвей, с отдельными ветвями, которые в дистальной зоне растут вниз к земле. На открытых пространствах плоских водоразделов в Волгоградской области также отмечены особи, у которых вниз к земле загибаются не только ветви от ствола, но и ветви II порядка.

У *Q. robur* давно описано вторичное побегообразование, особенно широко распространенное в засушливых условиях [13, 14]. В Волгоградской области побеговые системы из спящих почек распространены у особей всех исследованных онтогенетических состояний, но особенно широко представлены у молодых и средневозрастных генеративных особей на вершинах и по склонам верхней поверхности выравнивания Приволжской возвышенности. В данных местообитаниях до половины объема кроны могут занимать обильно ветвящиеся неустойчиво-моноподиально нарастающие вторичные оси. Обычно они развиваются из почек, пробуждающихся при повреждении скелетных осей. В Саратовской области вторичное побегообразование наиболее распространено у средневозрастных генеративных особей, произрастающих на крутых световых склонах, особенно при близком залегании коренных пород. Также массовое пробуждение спящих почек наблюдается в пройденных верховыми пожарами дубняках Татищевского района.

Заключение. Таким образом, на данной стадии исследований можно отметить следующие основные особенности организации кроны у особей *Q. robur* в семиаридных условиях юго-восточной части ареала вида. Очевидно, что данные особенности можно рассматривать как адаптации к комплексу климатических и почвенно-гидрологических условий лесостепной и степной зон Нижнего Поволжья.

- усиление полиархического плана организации;
- нарушение соотношений между ростом особи вверх и ширину;
- переключение на плагиотропный рост ствола и ветвей от ствола, а также проявление положительного геотропизма у ветвей разного ранга;
- массовое заполнение кроны осями из спящих почек.

Процессы, приводящие к дезинтеграции кроны, усиливаются в ходе онтогенеза.

В дальнейшем представляется необходимым как расширение территории исследований (южная часть Волгоградской области, левобережье Волги, Общий Сырт), так и детальный количественный анализ строения побеговых систем особей *Q. robur*, произрастающих в жестких лесорастительных условиях на юго-восточной окраине ареала вида.

Список литературы

1. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М.: Высшая школа, 1962. 380 с.

2. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды Ботанического института АН СССР им. В.Л. Комарова. Серия III (Геоботаника). 1950. Вып. 6. С. 7-204.

3. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биологические науки. 1975. № 2. С. 7-33.

4. Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Деревья и кустарники: методические разработки для студентов биологических специальностей. М.: Прометей, 1989. 105 с.

5. Гатцук Л.Е. Геммаксиллярные растения и система соподчиненных единиц их побегового тела // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 1974. Т. 79, № 1. С. 100-113.

6. Марфенин Н.Н. Концепция модульной организации в развитии // Журнал общей биологии. 1999. Т. 60, № 1. С. 6-17.

7. Hallé, F., Oldeman R.A., Tomlinson P.B. Tropical trees and architectural analysis. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1978. 445 p.

8. Вишницкая О.Н., Савиных Н.П. Формирование жизненной формы *Menyanthes trifoliata* (Menyanthaceae) // Растительные ресурсы. 2008. Т. 44, № 3. С. 1-8.

9. Антонова И.С., Гниловская А.А. Побеговые системы кроны *Acer negundo* L. (Aceraceae) в разных возрастных состояниях // Ботанический журнал. 2013. Т. 98, № 1. С. 53-68.

10. Бельгард А.Л. Степное лесоведение. М.: Лесная промышленность, 1971. 336 с.

11. Стаменов М.Н. Архитектура кроны у виргинильных и молодых генеративных особей *Quercus robur* L. на юго-восточной границе ареала (на примере Волгоградской области) // Вопросы степеведения. 2023. № 4. С. 90-105. DOI 10.24412/2712-8628-2023-4-90-105

12. Стаменов М.Н. Архитектурная единица у молодых особей *Quercus robur* L. в луговых степях и островных лесах южной лесостепи Воронежской области // Социально-экологические технологии. 2023. Т. 13. № 2. С. 186-219. DOI 10.31862/2500-2961-2023-13-2-186-219.

13. Пятницкий С.С. Вегетативный лес. М.: Сельхозиздат, 1963. 448 с.

14. Уткина И.А., Рубцов В.В. Прорастание почек и регенеративное побегообразование у дуба после дефолиации насекомыми // Лесоведение. 1989. № 3. С. 46-54.

УДК 595.775:[599.323+599.35/.37]
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1277-1282

БЛОХИ (SIPHONAPTERA) МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ РАЗНОТРАВНО-ДЕРНОВИННО-ЗЛАКОВОЙ СТЕПИ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ (КУРГАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

FLEAS (SIPHONAPTERA) OF SMALL MAMMALS IN HERB-BUNCHGRASS STEPPE OF THE SOUTH TRANS-URALS REGION (KURGAN OBLAST)

Стариков В.П.[1], Вершинин Е.А.[2]
Starikov V.P.[1], Vershinin E.A.[2]

[1]Сургутский государственный университет, Сургут, Россия
[2]Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока, Иркутск, Россия
[1]Surgut State University, Surgut, Russia
[2]Irkutsk Antiplague Research Institute of Siberia and Far East, Irkutsk, Russia

E-mail: [1]starikov_vp@inbox.ru, [2]eavershinin@mail.ru

Аннотация. Подведены итоги изучения блох мелких млекопитающих разнотравно-дерновинно-злаковой степи Южного Зауралья за 1980-1990-е гг. и 2022 г. на территории Курганской области. Установлено 20 видов и подвидов блох. Относящихся к разным экологическим группировкам. По количеству особей доминирует группа блох, тяготеющих к лесным, луголесным комплексам и увлажненным биотопам, что определяется повышенной концентрацией здесь прокормителей в летний период. В работе показана специфика видового разнообразия, встречаемости, обилия и интенсивности заражения блох в зависимости от метода учёта мелких млекопитающих. По многолетним данным установлено два доминирующих вида блох – *Ctenophthalmus assimilis* и *Corrodopsylla birulai*. В качестве содоминантов выявлены *Megabothris walkeri*, *Hystrichopsylla talpae* и *Frontopsylla elata*. Наибольшее разнообразие блох (9-13 видов) прокармливали фоновые виды мелких млекопитающих разнотравно-дерновинно-злаковой степи (обыкновенная полевка, полевка-экономка, красная полевка, малая лесная мышь и обыкновенная бурозубка). Впервые для территории Западно-Сибирской равнины зарегистрирована блоха *Ctenophthalmus congeneroides*, которая встречена на пяти (обыкновенная бурозубка, степная пеструшка, полевка-экономка, обыкновенная полевка и малая лесная мышь) хозяевах-прокормителях. Показаны перспективы дальнейших исследований этой группы паразитических членистоногих.
Ключевые слова: блохи, разнотравно-дерновинно-злаковая степь, Курганская область.

Abstract. The results of the study of fleas of small mammals of herb-bunchgrass steppe of the South Trans-Urals region for 1980-1990s and 2022 on the territory of the Kurgan oblast are summarised. Twenty species and subspecies of fleas belonging to different ecological groups have been identified. The number of individuals is dominated by the group of fleas gravitating to forest, meadow-forest complexes and moist biotopes, which is determined by the increased concentration of feeders here in summer. In the article shows the specificity of species diversity, occurrence, abundance and intensity of flea infestation depending on the method of counting small mammals. Two dominant flea species, *Ctenophthalmus assimilis* and *Corrodopsylla birulai*, have been identified from long-term data. *Megabothris walkeri*, *Hystrichopsylla talpae* and *Frontopsylla elata* were identified as co-dominants. The greatest diversity of fleas (9-13 species) was fed by the conventional species of small mammals of herb-bunchgrass steppe (common vole, root vole, northern red-backed vole, herb wood mouse and common shrew). The flea *Ctenophthalmus congeneroides* was registered for the first time for the territory of the West Siberian Plain, and it was found on five feeding hosts (common shrew, steppe lemming, root vole, common vole and herb wood mouse). Prospects for further studies of this group of parasitic arthropods are shown.
Key words: fleas, herb-bunchgrass steppe, Kurgan oblast.

Курганская область расположена на юго-западе Западно-Сибирской равнины, полностью входит в очерченные границы Южного Зауралья [1]. В соответствии со схемой геоботанического районирования Западно-Сибирской равнины [2] с севера на юг в Курганской области сменяются четыре полосы растительности. На севере области выделяют подтаежную подзону лесной зоны и две подзоны степной зоны – лесостепь (полосы южной и северной лесостепи) и разнотравно-дерновинно-злаковая степь [3, 4]. Последняя подзона протянулась узкой полосой по югу области, граничит с территорией Казахстана.

Одной из важнейших составляющих сообществ животных региона являются широко представленные здесь мелкие млекопитающие (насекомоядные, грызуны). Первые сведения о них можно получить в работах П.С. Палласа [5], Л.П. Сабанеева [6], И.Я. Словцова [7]. Однако наиболее интенсивно и всесторонне мелкие млекопитающие изучались во второй половине XX в. [1, 8-14], а также в настоящее время [15-17 и др.]. Сведения о паразитических членистоногих Южного Зауралья, в частности, блохах немногочисленны. В работе С.С. Шварца [8] приводятся материалы по 5 видам блох, паразитирующих на землеройках (определение блох выполнено – Е. Таскаевой). В 1980-е годы нами приведена наиболее полная сводка по блохам (19 видов) мелких млекопитающих лесостепи Зауралья [18]. В дальнейшем эти материалы были дополнены [19-20]. К настоящему времени накоплен материал по этой группе паразитических членистоногих для разнотравно-дерновинно-злаковой степи Южного Зауралья в пределах Курганской области.

Материалы и методы. Наши исследования мелких млекопитающих и их эктопаразитов в разнотравно-дерновинно-злаковой степи проведены в апреле-августе 2022 г. в Звериноголовском районе вблизи села Озёрное и поселка Искра. Учёты мелких млекопитающих осуществляли методом ловчих канавок [21] и ловушко-линий [22]. Всего отработано 11800 конусо-суток и 12120 давилко-суток, отловлено 2107 особей насекомоядных и грызунов 18 видов: обыкновенная бурозубка *Sorex araneus* Linnaeus, 1758; тундряная бурозубка *S. tundrensis* Merriam, 1900; средняя бурозубка *S. caecutiens* Laxmann, 1785; малая бурозубка *S. minutus* Linnaeus, 1766; крошечная бурозубка *S. minutissimus* Zimmermann, 1780; лесная мышовка *Sicista betulina* Pallas, 1779; степная мышовка *S. subtilis* Pallas, 1773; красная полевка *Myodes rutilus* Pallas, 1779; обыкновенная слепушонка *Ellobius talpinus* Pallas, 1770; степная пеструшка *Lagurus lagurus* Pallas, 1773; узкочерепная полевка *Lasiopodomys gregalis* Pallas, 1779; тёмная (пашенная) полевка *Agricola agrestis* Linnaeus, 1761; полевка-экономка *Alexandromys oeconomus* Pallas, 1776; обыкновенная полевка *Microtus arvalis* Pallas, 1778; мышь-малютка *Micromys minutus* Pallas, 1771; полевая мышь *Apodemus agrarius* Pallas, 1771; малая лесная мышь *Sylvaemus uralensis* Pallas, 1811; домовая мышь *Mus musculus* Linnaeus, 1758. Кроме указанных видов, учтенных в степи методами ловчих канавок и ловушко-линий, в окрестностях села Озёрное добыто 19 особей рыжеватого суслика *Spermophilus major* Pallas, 1779 (использованы капканы), 71 особь обыкновенной слепушонки (отловлены кротоловками) и 2 особи ласки *Mustela nivalis* Linnaeus, 1766 (зверьки попали в конусы ловчих канавок). Русские и латинские названия видов млекопитающих приведены по А.А. Лисовскому с соавторами [23].

Сбор блох проводили путём счёсывания со зверьков. Для полноты представлений о блохах мелких млекопитающих этой подзоны привлечены также данные за 1980-1990-е гг. *(таблица 1)*. В работе использованы общепринятые в паразитологии индексы: индекс встречаемости – ИВ (число зараженных особей в процентах от исследованных), индекс обилия – ИО (среднее число паразитов, приходящееся на одного исследованного зверька), экз. и средняя интенсивность заражения зверьков эктопаразитами – ИЗ (среднее число паразитов, обнаруженных на одном зараженном животном, экз. [24]. Латинские названия видов и подвидов блох указаны по Б.К. Котти [25].

Таблица 1

Блохи разнотравно-дерновинно-злаковой степи Курганской области

№ п/п	Виды	Сборы в 1980-1990-е гг.	Сборы в 2022 г.	Итого
1	*Ctenocephalides felis* (Bouche, 1835)	-	1	1
2	*Amalaraeus penicilliger* (Grube, 1851)	28	14	42
3	*Megabothris walkeri* (Rothschild, 1902)	13	110	123
4	*Oropsylla ilovaiskii* Wagner et Ioff, 1926	1	-	1
5	*Frontopsylla elata (*Jordan et Rothschild, 1915)	7	94	101
6	*Amphipsylla dumalis* Jordan et Rothschild, 1915	1	-	1
7	*Amphipsylla kuznetzovi* Wagner, 1912	1	-	1
8	*Amphipsylla rossica* Wagner, 1912	-	80	80
9	*Leptopsylla segnis* (Schönherr, 1811)	-	4	4
10	*Peromyscopsylla bidentata* (Kolenati, 1863)	11	-	11
11	*Peromyscopsylla silvatica* (Meinert, 1896)	1	48	49
12	*Neopsylla acanthina* Jordan et Rothschild, 1923	-	63	63
13	*Neopsylla pleskei* Ioff, 1928	13	-	13
14	*Corrodopsylla birulai* Ioff, 1928	28	155	183

№ п/п	Виды	Сборы в 1980-1990-е гг.	Сборы в 2022 г.	Итого
15	*Palaeopsylla soricis* Dale, 1878	34	51	85
16	*Ctenophthalmus assimilis* (Taschenberg, 1880)	76	416	492
17	*Ctenophthalmus congeneroides* Wagner, 1930	-	37	37
18	*Ctenophthalmus wagneri* Tiflov, 1928	1	-	1
19	*Ctenophthalmus arvalis* Wagner et Ioff, 1926	2	1	3
20	*Hystrichopsylla talpae* (Curtis, 1826)	-	111	111
	Всего	217	1185	1402

Результаты и обсуждение. Определенную специфику на видовое разнообразие блох этой территории и оказал метод учёта прокормителей. Так, с помощью ловчих канавок зарегистрировано 17 видов мелких млекопитающих, на 15 из них паразитировали блохи *(таблица 2)*. С помощью давилок учтено 10 видов насекомоядных и грызунов, на 6 из них встречались блохи. Наибольшее разнообразие блох (9-13 видов) характерно для фоновых видов разнотравно-дерновинно-злаковой степи (обыкновенная полевка, полевка-экономка, малая лесная мышь, а также красная полевка и обыкновенная бурозубка), учёты с помощью направляющих канавок. На этих же видах, за исключением полевки-экономки, в учётах давилками, также характерно наибольшее разнообразие блох (4-7 видов). В то же время, наиболее полный состав прокормителей был свойствен блохе *Ct. assimilis* (14 видов). В общих сборах блох изученной территории на её долю приходилось более 35%.

Наряду с блохами степных грызунов (*O. ilovaiskii, N. pleskei, A. prima, A. rossica, A. dumalis, Ct. arvalis*) в составе фауны блох разнотравно-дерновинно-злаковой степи Южного Зауралья встречались представители и других экологических группировок, в частности, блохи домашних животных (*C. felis*), домовых мышей (*L. segnis*), блохи насекомоядных (*C. birulai, P. soricis*). Тем не менее, особенно велика доля блох лесных и луголесных грызунов (*N. acanthine, A. penicilliger, Fr. elata, A. kuznetzovi, P. bidentata, P. silvatica, H. talpae* и особенно блох, тяготеющих к увлажненным биотопам (*M. walkeri, A. penicilliger, Ct. congeneroides, Ct. assimilis*). Их доля составляла более 75% от всех учтенных блох. На наш взгляд, такое соотношение экологических группировок блох разнотравно-дерновинно-злаковой степи находит следующее объяснение. В летний период значительная часть прокормителей в Южном Зауралье концентрируется в увлажненных и, хотя бы частично, в залесённых биотопах. В районе наших исследований широко были представлены ленточные боры, расположенные в долине р. Тобол.

Наибольший интерес представляет находка блохи *Ct. congeneroides*, ранее не известной для территории Западной Сибири [25-28].

Заключение. Завершая обзор фауны блох разнотравно-дерновинно-злаковой степи Курганской области, следует отметить, что в её составе зарегистрирован целый ряд видов, причастных к распространению различных заболеваний человека и животных (*A. penicilliger, M. walker, Ct. assimilis, L. segnis* и др.). Приведенный состав видов блох разнотравно-дерновинно-злаковой степи не является исчерпывающим. Ряд видов мелких млекопитающих, встречающихся в степи Южного Зауралья (водяная полевка *Arvicola amphibius* Linnaeus, 1758, обыкновенный хомяк *Cricetus cricetus* L., 1758, хомячок Эверсманна *Allocricetulus eversmanni* Brandt, 1859, джунгарский хомячок *Phodopus sungorus* Pallas, 1773, большой тушканчик *Allactaga major* Kerr, 1792 и др.), не исследованы на паразитирование блох. Дальнейшее изучение в этом направлении, несомненно, позволит дополнить видовой состав блох этой территории.

Таблица 2

Блохи мелких млекопитающих разнотравно-дерновинно-злаковой степи Южного Зауралья (Курганская область, 2020 г.)

Вид прокормителя	Учёты методом ловчих канавок							Учёты методом ловушко-линий						
	Осмотрено зверьков	Заражено зверьков	Виды блох	Число, экз.	ИВ	ИО	ИЗ	Осмотрено зверьков	Заражено зверьков	Виды блох	Число, экз.	ИВ	ИО	ИЗ
S. araneus	225	70	*C. birulai*	71	16,61	0,32	1,01	46	11	*C. birulai*	4	5,98	0,09	0,36

Вид прокормителя	Учёты методом ловчих канавок							Учёты методом ловушко-линий						
	Осмотрено зверьков	Заражено зверьков	Виды блох	Число, экз.	ИВ	ИО	ИЗ	Осмотрено зверьков	Заражено зверьков	Виды блох	Число, экз.	ИВ	ИО	ИЗ
			P. soricis	21	4,91	0,09	0,30			*P. soricis*	5	7,47	0,11	0,45
			Ct. assimilis	18	4,21	0,08	0,26			*Ct. assimilis*	5	7,47	0,11	0,45
			H. talpae	12	2,81	0,05	0,17			*H. talpae*	2	2,99	0,04	0,18
			M. walkeri	7	1,64	0,03	0,10							
			A. rossica	1	0,23	0,004	0,01							
			Fr. elata	1	0,23	0,004	0,01							
			N. acanthina	1	0,23	0,004	0,01							
			Ct. congeneroides	1	0,23	0,004	0,01							
S. tundrensis	151	34	*C. birulai*	26	10,10	0,17	0,76	3	1	*C. birulai*	2	22,22	0,67	2,00
			H. talpae	11	4,27	0,07	0,32			*P. soricis*	1	11,11	0,33	1,00
			Ct. assimilis	10	3,88	0,07	0,29							
			P. soricis	6	2,33	0,04	0,18							
			M. walkeri	3	1,16	0,02	0,09							
			A. penicilliger	1	0,39	0,007	0,03							
			A. rossica	1	0,39	0,007	0,03							
S. caecutiens	5	2	*C. birulai*	2	26,67	0,40	1,00	-	-	-	-	-	-	-
			P. soricis	1	13,33	0,20	0,50	-	-	-	-	-	-	-
S. minutus	159	17	*C. birulai*	11	3,67	0,07	0,65	-	-	-	-	-	-	-
			P. soricis	7	2,34	0,04	0,41	-	-	-	-	-	-	-
			Ct. assimilis	6	2,00	0,04	0,35	-	-	-	-	-	-	-
			Fr. elata	5	1,67	0,03	0,29	-	-	-	-	-	-	-
			A. rossica	2	0,67	0,01	0,12	-	-	-	-	-	-	-
			H. talpae	1	0,33	0,006	0,06	-	-	-	-	-	-	-
S. minutissimus	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. betulina	34	5	*Ct. assimilis*	3	8,83	0,09	0,60	-	-	-	-	-	-	-
			C. birulai	1	2,94	0,03	0,20	-	-	-	-	-	-	-
			Fr. elata	1	2,94	0,03	0,20	-	-	-	-	-	-	-
S. subtilis	5	2	*Ct. assimilis*	2	26,67	0,40	1,00	-	-	-	-	-	-	-
			Fr. elata	1	13,33	0,20	0,50	-	-	-	-	-	-	-
M. rutilus	119	26	*Ct. assimilis*	22	9,43	0,18	0,85	95	15	*Ct. assimilis*	15	9,11	0,16	1,00
			A. penicilliger	7	3,00	0,06	0,27			*H. talpae*	5	3,04	0,05	0,33
			M. walkeri	5	2,14	0,04	0,19			*A. peniciliger*	2	1,21	0,02	0,13
			P. silvatica	5	2,14	0,04	0,19			*Fr. elata*	1	0,61	0,01	0,07
			H. talpae	5	2,14	0,04	0,19			*P. silvatica*	1	0,61	0,01	0,07
			P. soricis	2	0,86	0,02	0,08			*A. rossica*	1	0,61	0,01	0,07
			Fr. elata	2	0,86	0,02	0,08			*M. walkeri*	1	0,61	0,01	0,07
			A. rossica	2	0,86	0,02	0,08							
			N. acanthina	1	0,43	0,008	0,04							
E. talpinus	7	2	*Ct. assimilis*	7	25,0	1,00	3,50	-	-	-	-	-	-	-
			M. walkeri	1	3,57	0,14	0,50	-	-	-	-	-	-	-
L. lagurus	16	8	*Ct. assimilis*	9	16,07	0,56	1,13	-	-	-	-	-	-	-
			Ct. congeneroides	9	16,07	0,56	1,13	-	-	-	-	-	-	-
			A. rossica	3	5,36	0,19	0,38	-	-	-	-	-	-	-
			N. acanthina	3	5,36	0,19	0,38	-	-	-	-	-	-	-
			Fr. elata	2	3,57	0,13	0,25	-	-	-	-	-	-	-
			M. walkeri	1	1,79	0,06	0,13	-	-	-	-	-	-	-
			H. talpae	1	1,79	0,06	0,13	-	-	-	-	-	-	-
A. agrestis	30	10	*Ct. assimilis*	8	14,03	0,27	0,80	1	-	-	-	-	-	-
			Fr. elata	3	5,26	0,10	0,30							
			M. walkeri	2	3,51	0,07	0,20							
			P. silvatica	2	3,51	0,07	0,20							
			A. penicilliger	2	3,51	0,07	0,20							
			Ct. arvalis	1	1,75	0,03	0,10							
			N. acanthina	1	1,75	0,03	0,10							
A. oeconomus	193	96	*M. walkeri*	58	16,97	0,30	0,60	7	-	-	-	-	-	-

Вид прокормителя	Учёты методом ловчих канавок							Учёты методом ловушко-линий						
	Осмотрено зверьков	Заражено зверьков	Виды блох	Число, экз.	ИВ	ИО	ИЗ	Осмотрено зверьков	Заражено зверьков	Виды блох	Число, экз.	ИВ	ИО	ИЗ
			Ct. assimilis	47	13,75	0,24	0,49							
			Fr. elata	15	4,39	0,08	0,16							
			A. rossica	15	4,39	0,08	0,16							
			H. talpae	14	4,10	0,07	0,15							
			C. birulai	8	2,34	0,04	0,08							
			N. acanthina	6	1,76	0,03	0,06							
			P. silvatica	3	0,88	0,02	0,03							
			Ct. congeneroides	3	0,88	0,02	0,03							
			P. soricis	1	0,29	0,005	0,01							
M. arvalis	306	136	*Ct. assimilis*	137	18,01	0,45	1,01	60	20	*Ct. assimilis*	14	9,52	0,23	0,70
			H. talpae	43	5,65	0,14	0,32			*P. silvatica*	15	10,20	0,25	0,75
			A. rossica	41	5,39	0,13	0,30			*Fr. elata*	8	5,44	0,13	0,40
			N. acanthina	25	3,29	0,08	0,18			*N. acanthina*	5	3,40	0,08	0,25
			C. birulai	20	2,63	0,07	0,15			*H. talpae*	5	3,40	0,08	0,25
			Ct. congeneroides	18	2,37	0,06	0,13			*Ct. congeneroides*	2	1,36	0,03	0,10
			Fr. elata	17	2,24	0,06	0,13							
			M. walkeri	17	2,24	0,06	0,13							
			P. silvatica	15	1,97	0,05	0,11							
			A. penicilliger	2	0,26	0,007	0,01							
			C. birulai	1	0,13	0,003	0,007							
			P. soricis	1	0,13	0,003	0,007							
			C. felis	1	0,13	0,003	0,007							
M. minutus	88	10	*Ct. assimilis*	7	4,42	0,08	0,70	12	-	-	-	-	-	-
			P. soricis	3	1,89	0,03	0,30							
			M. walkeri	3	1,89	0,03	0,30							
			C. birulai	3	1,89	0,03	0,30							
			Fr. elata	2	1,26	0,02	0,20							
A. agrarius	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
S. uralensis	163	45	*Ct. assimilis*	23	11,76	0,14	0,51	226	17	*Ct. assimilis*	11	3,06	0,05	0,65
			H. talpae	6	3,07	0,04	0,13			*N. acanthina*	6	1,67	0,03	0,35
			Fr. elata	6	3,07	0,04	0,13			*Fr. elata*	4	1,11	0,02	0,24
			C. birulai	5	2,56	0,03	0,11			*P. silvatica*	3	0,84	0,01	0,18
			N. acanthina	4	2,05	0,02	0,09			*A. rossica*	1	0,28	0,004	0,06
			M. walkeri	4	2,05	0,02	0,09			*M. walkeri*	1	0,28	0,004	0,06
			P. soricis	2	1,02	0,01	0,04			*C. birulai*	1	0,28	0,004	0,06
			Ct. congeneroides	2	1,02	0,01	0,04							
			A. rossica	1	0,51	0,006	0,02							
			L. segnis	1	0,51	0,006	0,02							
M. musculus	6	1	*A. rossica*	2	11,11	0,33	2,00	22	5	*L. segnis*	3	8,54	0,14	0,60
			Ct. assimilis	1	5,56	0,17	1,00			*H. talpae*	3	8,54	0,14	0,60
										Ct. assimilis	2	5,69	0,09	0,40

Список литературы

1. Шварц С.С., Павлинин В.Н., Сюзюмова Л.М. Теоретические основы построения прогнозов численности мышевидных грызунов в лесостепном Зауралье // Труды Ин-та биологии УФАН СССР. 1957. Вып. 8. С. 3-59.

2. Ильина И.С., Лапшина Е.И., Махно В.Д., Романова Е.А. Геоботаническое районирование // Растительность Западно-Сибирской равнины: карта ГУГК. 1976.

3. Ильина И.С., Лапшина Е.И., Лавренко Н.Н., Мельцер Л.И., Романова Е.А., Богоявленский Б.А., Махно В.Д. Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: Наука, 1985. 251 с.

4. Науменко Н.И. Флора и растительность Южного Зауралья: Монография. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2008. 512 с.

5. Паллас П.С. Путешествие по разным местам Российского государства. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 1786. Ч. 2. Кн. 2. 571 с.

6. Сабанеев Л.П. Позвоночные Среднего Урала и географическое распространение их в Пермской и Оренбургской губерниях. М.: Типография Готье, 1874. 204 с.

7. Словцов И.Я. Позвоночные Тюменского округа и их распространение в Тобольской губернии // Материалы к познанию фауны и флоры Российской империи. Отделение зоологическое. 1892. Вып. 1. С. 187-264.

8. Шварц С.С. Биология землероек лесостепного Зауралья // Зоол. журнал. 1955. Т. 34. Вып. 4. С. 915-927.

9. Никифоров Л.П. О зимнем размножении узкочерепных полевок в Курганской лесостепи // Зоол. журнал. 1956. Т. 35. Вып. 3. С. 464-466.

10. Никифоров Л.П. Опыт биосъёмки населения млекопитающих Тоболо-Ишимской лесостепи // География населения наземных животных и методы его изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 7-22.

11. Марвин М.Я. Фауна наземных позвоночных Урала. Вып. 1. Млекопитающие. Свердловск: Изд-во УрГУ, 1969. 155 с.

12. Новикова А.В. Фаунистические компоненты природных очагов туляремии Курганской области: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Свердловск, 1977. 25 с.

13. Стариков В.П., Кочуров В.Н. Териофауна Курганской области // Фауна позвоночных Урала и сопредельных территорий. Свердловск: УрГУ, 1986. С. 13-22.

14. Никольский А.А., Стариков В.П. Изменчивость звукового сигнала, предупреждающего об опасности у рыжеватого (*Spermophilus major*) и краснощекого (*S. erythrogenys*) сусликов (Rodentia, Sciuridae) в зоне контакта на территории Курганской области // Зоол. журнал. 1997. Т. 76. № 7. С. 845-857.

15. Евдокимов Н.Г. Популяционная экология обыкновенной слепушонки. Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 2001. 144 с.

16. Русаков В.А., Стариков В.П. Население мелких млекопитающих и типизация незастроенных территорий города Кургана // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. № 3. С. 1142-1145.

17. Стариков В.П., Кравченко В.Н., Володина О.Ю. Размножение и структура популяции полевки-экономки *Alexandromys oeconomus* Pallas, 1776 (Cricetidae, Rodentia) в Южном Зауралье // Поволжский экологический журнал. 2023. № 2. С. 229-245.

18. Стариков В.П., Сапегина В.Ф. Эктопаразиты мелких млекопитающих лесостепного Зауралья // Известия СО АН СССР. Новосибирск: Наука, 1986. Вып. 3. С. 76-83.

19. Стариков В.П. Эктопаразиты степной пеструшки *Lagurus lagurus* Pallas, 1773 Южного Зауралья (Курганская область) в связи с природной очаговостью туляремии // Вестник Нижневартовского госуниверситета. 2020. № 2. С. 102-109.

20. Стариков В.П., Вершинин Е.А. Паразитические членистоногие обыкновенной слепушонки *Ellobius talpinus* Pallas, 1770 Южного Зауралья (Курганская область) // Паразитология. 2020. Т. 54. № 2. С. 152-162.

21. Наумов Н.П. Изучение подвижности и численности мелких млекопитающих с помощью ловчих канавок // Вопросы краевой, общей и экспериментальной паразитологии и медицинской зоологии. М.: Медгиз, 1955. Т. 9. С. 179-202.

22. Кучерук В.В. Количественный учёт важнейших видов грызунов и землероек // Методы учёта численности и географического распределения наземных позвоночных. М.: Изд-во АН СССР, 1952. С. 9-46.

23. Млекопитающие России: список видов и прикладные аспекты / А.А. Лисовский, Б.И. Шефтель, А.П. Савельев, О.А. Ермаков, Ю.А. Козлов, Д.Г. Смирнов, В.В. Стахеев, Д.М. Глазов // Сб. тр. Зоол. музея МГУ. М.: КМК, 2019. Т. 56. 191 с.

24. Беклемишев В.Н. Термины и понятия, необходимые при количественном изучении популяций эктопаразитов и нидиколов // Зоол. журн. 1961. Т. 40. № 2. С. 149-158.

25. Котти Б.К. Каталог блох (Siphonaptera) фауны России и сопредельных стран. 2-е изд. дополн. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2018. 129 с.

26. Виолович Н.А. Ландшафтно-географическое распределение блох // Биологическое районирование Новосибирской области. Новосибирск: Наука, 1969. С. 211-221.

27. Федоров В.Г., Алифанов В.И. К фауне блох Омской области // Вопросы инфекционной патологии: Природно-очаговые болезни. Омск, 1971. С. 274-278.

28. Малькова М.Г., Танцев А.К. Зональные типы паразито-хозяинных комплексов мелких млекопитающих и членистоногих Западно-Сибирской равнины // Паразитология. 2011. Т. 45. № 5. С. 392-400.

УДК 632.51
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1283-1285

БАЗА ДАННЫХ КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА ФЛОРИСТИЧЕСКОГО СОСТАВА НАРУШЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНОВ (НА ПРИМЕРЕ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСЕВАХ ЛЬНА СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ)

DATABASE AS A TOOL FOR MONITORING THE FLORISTIC COMPOSITION OF DISTURBED AND NATURAL TERRITORIES OF REGIONS (USING THE EXAMPLE OF WEEDS IN FLAX CROPS OF THE MIDDLE VOLGA REGION)

Сухолозова Е.А.[1], Комаров Д.А.[2], Сафонов А.В.[3], Стельмах К.Н.[4]
Sukholozova E.A.[1], Komarov D.A.[2], Safonov A.V.[3], Stelmakh K.N.[4]

[1,4]Пензенский филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», Пенза, Россия
[2]Волгоградский филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», Волгоград, Россия
[3]Южный филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», Новороссийск, Россия
[1,4]Penza branch of All-Russian Center for Plant Quarantine, Penza, Russia
[2]Volgograd branch of All-Russian Center for Plant Quarantine, Volgograd, Russia
[3]Southern Branch of All-Russian Center for Plant Quarantine, Novorossiysk, Russia

E-mail: [1]E_kobozeva@mail.ru, [2]komarov_da1974@mail.ru, [3]vniikr-novoross@rambler.ru, [4]xenon535@mail.ru

Аннотация. Значительные массивы данных, полученные в ходе многолетних полевых и лабораторных исследований, а также аналитические материалы из открытых источников легли в основу разрабатываемой базы данных по сорным растениям в посевах льна Среднего Поволжья, предназначенной для надежного хранения информации, быстрого и удобного доступа к ней по разным параметрам запросов с целью своевременного реагирования и принятия решений по вопросом фитосанитарного состояния полей и фитосанитарного соответствия партий продукции требованиям стран-импортеров. В целях повышения универсальности применения модель и интерфейс базы данных разработаны таким образом, чтобы обеспечить ее применение в любых регионах для различных культурных растений и вредных организмов, связанных с ними.
Ключевые слова: база данных, мониторинг, сорные растения, посевы льна, Среднее Поволжье.

Abstract. Significant amounts of data obtained during long-term field and laboratory research, as well as analytical materials from open sources, formed the basis of the database being developed on weeds in flax crops of the Middle Volga region, designed for reliable storage of information, quick and convenient access to it according to various query parameters in order to timely respond and make decisions on the issue phytosanitary condition of fields and phytosanitary compliance of batches of products with the requirements of importing countries. In order to increase the versatility of application, the database model and interface are designed in such a way as to ensure its application in any region for various cultivated plants and harmful organisms associated with them.
Key words: database, monitoring, weeds, flax crops, Middle Volga Region.

На современном этапе глобальной информатизации огромные массивы самых разнообразных данных требуют их проверки, упорядочивания, надежной системы хранения, быстрого и удобного доступа. Существующие и разрабатываемые компьютерные технологии позволяют создавать для этого базы данных (БД) самых многообразных целевых назначений. Ботанические БД появились в России более 30 лет назад, и число их каждый год увеличивается [1]. За это время представление о базах данных как о некоем массиве информации, хранящемся, зачастую в табличных редакторах, трансформировалось в понимание БД как совокупности данных, хранимых в соответствии со схемой данных, манипулирование которыми выполняют в соответствии с правилами средств моделирования данных [2]. В связи с этим начинают создаваться ботанические базы данных на основе различных систем управления БД – СУБД, выбор которых был продиктован популярностью среди пользователей, широтой экспортно-импортных возможностей конвертации данных, гибкости системы запросов и трансформации данных в легко доступные для восприятия формы, простого для рядового пользователя интерфейса [3]. Многие БД создавались на основе СУБД Paradox, FoxPro и Microsoft Access. Один из недостатков таких программных продуктов – локальность БД файл-серверной архитектуры. Лишь некоторые проекты были рассчитаны на работу с ГИС [1].

Для современного этапа развития ботанических информационных систем характерна тенденция использования web-интерфейса и применения интернет-технологий с использованием средств MySQL, PHP, ASP и т.п. (особенно для таксономических БД), объединения локальных БД в единые информационные пространства с использованием сетевых сервисов [4].

Интенсивная хозяйственная деятельность человека ведет к непрерывному увеличению числа нарушенных сообществ. Мониторинговые исследования призваны оценить вектор происходящих изменений и спрогнозировать дальнейшее развитие территорий, занятых как естественными, так и нарушенными сообществами.

Многолетние исследования флористического состава сорных растений агроценозов, как сообществ, быстро реагирующих на смену системы севооборотов, модификацию в агротехнике возделывания культур, изменение семенного материала и т.п., имеет не только теоретическое, но и прикладное значение, связанное с обеспечением экспорта получаемой на полях сельхозпродукции. Многие сорные растения являются карантинными объектами для стран-импортеров российских растениеводческих товаров.

Масличный лен в России имеет преимущественно экспортное значение. Его ведущие производители: Сибирский федеральный округ (34% валового сбора), Урал и Поволжье (по 19%) (данные Федерального центра развития экспорта продукции АПК Минсельхоза России) [5]. Из Пензенской и Самарской областей Среднего Поволжья в 2023 году семена льна были отправлены в 15 стран мира (по данным Россельхознадзора). Необходимость соблюдения фитосанитарных требований стран-импортеров, в том числе и в части сорных растений обуславливают потребность в актуальной информации о составе сорных растений в регионах предполагаемой отправки. В связи этим создание базы данных по сорным растениям в посевах масличного льна выбранного региона, которая позволит хранить многолетние описания полей, данные по засоренности продукции и требованиям стран-импортеров, поможет оперативно получить в системе удобных запросов нужную информацию и заранее оценить соответствие масличного льна требованиям потенциальных стран-импортеров и провести в связи с этим превентивные агротехнические и фитосанитарные мероприятия – актуальная задача.

Работа над созданием БД по сорным растениям в посевах льна началась в 2024 году и строится по двум направлениям.

1. Разработка прототипа БД.

2. Сбор и камеральная обработка фактического материала для наполнения БД.

1. На данный момент база данных разрабатывается на основе СУБД MS Access. Логическая схема данных, а также интерфейс, могут быть использованы в дальнейшем при разработке тематического мобильного приложения. Создаются типовые сценарии действий пользователей различных профилей (определение задач пользователей, способов их выполнения средствами БД, составление алгоритма). Работа с БД осуществляется через стандартные формы. Ведется подготовка и оптимизация интерфейсов форм по вводу и запросу данных. После завершения работы над созданием БД предполагается ее тестирование – проверка эффективности разработанных сценариев сначала разработчиками, а затем апробация БД разными группами пользователей, анализ и устранение выявленных недостатков, замечаний, учет рекомендаций.

Внесение новой информации в БД может осуществляться двумя способами: путем конвертации подготовленных в стандартной табличной форме массивов данных или посредством ввода данных через формы. Во всех возможных случаях пользователю при вводе данных предлагается выбор существующих в БД названий (для снижения вероятности ввода неправильного названия) или внесение новых.

Предполагается, что БД будет регулярно обновляться: пополняться ежегодными геоботаническими описаниями посевов льны, сведениями по засоренности образцов зерна, опубликованными новыми сведениями по флоре из открытых источников, изменениями в фитосанитарных требованиях стран – импортеров российской растениеводческой продукции.

В БД заложена возможность расширения списка культур, регионов, регулируемых объектов. Прототип базы данных как пилотного варианта разрабатывается для сорных растений в посевах льна на примере двух областей Среднего Поволжья: Пензенской и Самарской.

2. Фактический материал для наполнения разрабатываемой БД представляет собой:

2.1. Описания посевов льна, полученные в ходе полевых исследований: 49 описаний в 13 районах Пензенской области, выполненных в 2020, 2021 и 2023 гг., и 4 описания из четырех районов Самарской области, выполненные в 2023 году.

2.2. Данные по засоренности готовой продукции, полученные в ходе лабораторных исследований 34 образцов семян льна урожая 2022 года из шести районов Пензенской области и 76 образцов – урожая 2023 года из трех районов Пензенской области.

В настоящее время проводится камеральная обработка материалов полевых и лабораторных исследований и загрузка данных в базу.

2.3. Сводная аналитическая информация по каждому сорному виду из открытых источников по требованиям стран-импортеров, биологии и распространению.

Таким образом, разработка базы данных, подразумевающей хранение больших массивов многолетних данных по сорным растениям конкретных регионов, вместе с разнообразной аналитической информацией с удобной системой запросов данных по разнообразным параметрам, позволит оперативно получать необходимые данные для принятия оперативных решений в области фитосанитарии.

Исследования проведены в рамках государственного задания ФГБУ «ВНИИКР» «Разработка базы данных по сорным растениям в посевах масличного льна Среднего Поволжья (на примере Пензенской и Самарской областей) для обеспечения экспортного потенциала региона», регистрационный номер 1022060500004-4-4.1.1.

Список литературы

1. Прохоров В.Е., Кожевникова М.В. Информационные системы в изучении растительных сообществ: учебно-методическое пособие. Казань: изд-во Казанского университета, 2020. 65 с.

2. ГОСТ 33707-2016. (ISO/IEC 2382:2015). Информационные технологии. Словарь. Межгосударственный стандарт: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 28 июня 2016 г. № 49): Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 сентября 2016 г. № 1189-ст.: Межгосударственный стандарт ГОСТ 33707-2016 (ISO/IEC 2382:2015) введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 сентября 2017 г.: введен впервые: дата введения 2017-09-01 // Кодекс: электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200139532?ysclid=lnc78wxr7n150361253 (дата обращения: 18.12.2023).

3. Шиян Н.Н., Корниенко О.М., Мосякин С.Л. BRAHMS – новый этап оптимизации работы с историческими коллекциями (на примере гербария Н.С. Турчанинова, KW) // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной памяти выдающегося ученого Леонида Владимировича Бардунова (1932-2008 гг.) (Иркутск, 15-19 сентября 2010 г.). Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2010. С. 697-700.

4. Андреев Л.Н., Андрюсенко В.В., Веретенникова Ю.В., Обухова Е.Л., Прохоров А.А. Информационное пространство ботанических садов: от локальных СУБД к сетевому сервису // Информационные системы по биоразнообразию видов и экосистем. СПб.: ЗИН РАН, 2003. С. 29-30.

5. Федеральный центр развития экспорта продукции АПК Минсельхоза России. URL: https://aemcx.ru/2020/05/15/%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%8F-%D0%BB%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D1%80-%D0%BF%D0%BE-%D1%8D%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D1%83-%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE/?ysclid=lsvllivbds101418867 (дата обращения: 10.01.2024).

6. Федеральный центр развития экспорта продукции АПК Минсельхоза России. URL: https://aemcx.ru/ (дата обращения: 10.01.2024).

УДК 582.594. (470.57)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1286-1288

РЕДКИЕ ОРХИДЕИ В СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНАХ БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ

RARE ORCHIDS IN THE STEPPE AND FOREST-STEPPE ZONES OF THE BASHKIR TRANSURAL REGION

Суюндуков И.В.[1], Кильдиярова Г.Н.[2], Янтурин С.И.[1]
Suyundukov I.V.[1], Kildiyarova G.N.[2], Yanturin S.I.[1]

[1]Сибайский институт (филиал) Уфимского университета науки и технологий, Сибай, Россия
[2]Государственный заповедник «Шульган-Таш», Иргизлы, Россия
[1]Sibay Institute (branch) of the Ufa University of Science and Technology, Sibay, Russia
[2]Shulgan-Tash State Nature Biosphere Reserve, Irgizla village, Russia

E-mail: [1]sujundukov11@mail.ru, [2]kildiyarova.82@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ по наличию 7 редких видов орхидей и численности их ценопопуляций в условиях степной и лесостепной зон Башкирского Зауралья.Мониторинг за состоянием редких видов нами проводился за последние 25 лет. В степных растительных сообществах орхидеи встречаются очень редко. Это связано с тем, что большинство видов этого семейства относятся к экологической группе мезофитов и гигрофитов, или смешанным к ним групп. В целом, ценопопуляции редких видов орхидей *Coeloglossum viride*, *Cypripedium calceolus, C. guttatum, Epipactis atrorubens, Orchis ustulata* являются малочисленными, обладают малой площадью произрастания, низкой плотностью, неполночленными онтогенетическими спектрами. Лишь *Orchis militaris* характеризуется высокими демографическими показателями. В большей степени это связано с тем, что вид произрастает в поймах малых рек на влажных лугах. Занимаемые площади ЦП на ненарушенных местообитаниях большие и составляют до 5000 м^2. Средняя плотность ЦП высокая, колеблется от 16 до 40 особей на 1 м^2. Самая высокая плотность (37-40 особей на 1 м^2) отмечена на разнотравных солончаковатых лугах. В антропогенно ненарушенных местообитаниях формируются крупные ЦП с высокой плотностью, насчитывающие несколько тысяч особей. Самая низкая плотность и численность отмечена на обочинах дорог.

Ключевые слова: Башкирское Зауралье, вид, ценопопуляция, онтогенетический спектр, фитоценоз.

Abstract. We carried out an analysis of the presence of 7 rare species of orchids and the size of their coenopopulations in the steppe and forest-steppe zones of the Bashkir Trans-Urals. We have monitored the status of rare species over the past 25 years. Orchids are very rare in steppe plant communities. This is due to the fact that most species of this family belong to the ecological group of mesophytes and hygrophytes, or groups mixed with them. In general, cenopopulations of rare orchid species Coeloglossum viride, Cypripedium calceolus, C. guttatum, Epipactis atrorubens, Orchis ustulata are small in number, have a small growing area, low density, and incomplete ontogenetic spectra. Only Orchis militaris is characterized by high demographic indicators. This is largely due to the fact that the species grows in the floodplains of small rivers in wet meadows. The occupied areas of coenopopulations in undisturbed habitats are large and amount to up to 5000 m^2. The average density of coenopopulations is high, ranging from 16 to 40 individuals per 1 m^2. The highest density (37-40 individuals per 1 m^2) was observed in mixed-herb saline meadows. In anthropogenically undisturbed habitats, large cenopopulations with high density, numbering several thousand individuals, are formed. The lowest density and numbers were observed on roadsides.

Key words: Bashkir Trans-Urals, species, coenopopulation, ontogenetic spectrum, phytocenosis.

Введение. В Республике Башкортостан (РБ) достоверно известно о произрастании 37 видов семейства Orchidaceae, 30 из них включены в Красную книгу РБ [1]. В степных растительных сообществах орхидеи встречаются очень редко. Это связано с тем, что большинство видов этого семейства относятся к экологической группе мезофитов и гигрофитов, или смешанных к ним групп. Наличие в составе растительных сообществ видов сем. Orchidaceae является индикатором антропогенной нарушенности территорий. На территории степного Башкирского Зауралья отмечено произрастание 13 видов орхидей, многие из которых относятся к редким и исчезающим таксонам.

Цель исследования – провести анализ о наличии редких видов орхидей в Башкирском Зауралье и оценить численность их ценопопуляций (ЦП).

Материалы и методы. Ценопопуляционные исследования редких видов орхидей проводятся нами с 2000-х гг. по настоящее время в соответствии с методическими разработками отечественных ученых школы Работнова-Уранова [2, 3].

Результаты исследований и их обсуждение. *Coeloglossum viride* (L.) C. Hartm. – голарктический плюризональный вид, гигромезофит, относится к опушечно-луговой ценогруппе [4]. Встречается единичными особями в лесостепной зоне на г. Куркак (Абзелиловский район РБ) в условиях горной степи. Наиболее крупная ЦП насчитывала всего 7 особей, все они относились к виргинильному или генеративному онтогенетическому состоянию. В последние годы эта ценопопуляцияне обнаруживается, перспективы сохранения – неутешительны. *Coeloglossum viride* мог выпасть из состава растительных сообществ как в связи с засушливыми погодными условиями последних лет, так и чрезмерным выпасом скота в местах его произрастания.

Cypripedium calceolus L. – евразиатский бореально-неморальный вид, мезофит, относится к лесной ценотической группе [4]. Более крупные популяции этого вида произрастают в лесной зоне РБ, в степной зоне Башкирского Зауралья отмечены единичные местонахождения вида. Так, одна ЦП *Cypripedium calceolus* была отмечена нами в 10 км к северо-западу от города Сибай в березняке разнотравно-злаковом на плоской вершине сопки восточных предгорий хр. Ирандык. Популяция насчитывала всего 4 особи виргинильного и генеративного онтогенетических состояний. На хребтах Крыкты и Куркак, в лесостепной зоне, *Cypripedium calceolus* также встречается единичными экземплярами. В ценопопуляциях отсутствуют особи молодых онтогенетических состояний.

*Cypripedium guttatum*Sw. – восточноевропейско-азиатский бореальный вид, мезофит, относится к лесной ценотической группе [4]. Больше тяготеет к северной части Башкирского Зауралья и встречается в лесостепи на хребтах Крыкты и Куркак. Популяции более многочисленны, чем популяции *Cypripedium calceolus.* Так, на одном из верхних плато г. Куркак, в редкостойном березняке коротконожковом популяция *Cypripedium guttatum* насчитывала несколько тысяч растений разных возрастных групп. Однако такую крупную по численности ЦП этого вида следует рассматривать как единичное явление в условиях Башкирского Зауралья. Основным лимитирующим фактором для *C. guttatum* является конкуренция со стороны более сильных сопутствующих видов растений.

Epipactis atrorubens (Hoffm. ex Bernh.) Bess. европейско-западносибирский бореально-неморальный вид, ксеромезофит. Относится к опушечно-луговой и скальной ценотической группе [4]. Местообитания вида приурочены к сухим остепненным сосновым и смешанным лесам, а также прибрежным склонам. В условиях Башкирского Зауралья встречаются ЦП *Epipactis atrorubens* с высокой численностью (до 4270 особей) с максимальной плотностью – 23 экз./м^2 [4]. Но для вида характерны резкие колебания численности в зависимости от погодных условий, которые также отражаются на онтогенетическом спектре вида.

В наиболее благоприятные годы ЦП *Epipactis atrorubens* полночленные, возрастной спектр – правосторонний. В условиях стресса из возрастного спектра выпадают молодые и генеративные особи, а число вегетативных особей увеличивается за счет вегетативного размножения.

Orchis militaris L. – европейско-западноазиатский суббореально-лесостепной вид, гигромезофит. Относится к опушечно-луговой ценогруппе [4]. Для степной зоны Башкирского Зауралья один из наиболее распространенных видов орхидей. Произрастает в поймах малых рек на влажных лугах Баймакского района РБ. В целом, ЦП характеризуются высокими демографическими показателями [5]. Занимаемые площади ЦП на ненарушенных местообитаниях большие и составляют от 60 до 5000 м^2. Средняя плотность ЦП высокая, колеблется от 16 до 40 особей на 1 м^2. Самая высокая плотность (37-40 особей на 1 м^2) отмечена на разнотравных солончаковатых лугах и в приручьевых сообществах под пологом деревьев. В антропогенно ненарушенных местообитаниях формируются крупные ЦП с высокой плотностью, насчитывающие несколько тысяч особей. Самая низкая плотность и численность на обочинах дорог (16 и 17 особей на 1 м^2).

Таким образом, популяционный пессимум для вида устанавливается в условиях вторичных придорожных фитоценозов. Это выражается в малой площади ЦП, низкой численности и плотности особей. Все исследованные ЦП являются полночленными, возрастные спектры – левосторонние, с максимумом на группах ювенильных или имматурных особей.

Orchis ustulata L. – европейско-западносибирский неморальный вид, ксеромезофит. Относится к опушечно-луговой ценотической группе [4]. Исследованные ЦП обитают в таких типах фитоценозов: разнотравная луговая степь, горная злаковая и можжевельниковая степи, остепненные, разнотравные и злаково-разнотравные луга, разнотравные пойменные луга. Все ЦП являются малочисленными, насчитывающие от 1-2 до 16 особей. В Башкирском государственном природном заповеднике (БГПЗ) ЦП крупнее, содержат в своем составе от 7 до 16 растений и обитают в луговых фитоценозах и горной можжевельниковой степи. На остепненных лугах и в луговых степях, располагающихся на неохраняемых территориях, численность меньше – до 7 особей. Не выявлено какой-либо зависимости между размерами ЦП и густотой травостоя. Относительно крупные ЦП описаны как в разреженных фитоценозах (ОПП – 40%), так и в густых травостоях (100%). Однако многие местообитания вида характеризуются невысокими значениями проективного покрытия травостоя.

Orchis ustulata в фитоценозах растет очень разреженно, плотность составляет всего от 0,1 до 0,8 шт. на 1 м^2. Ни в одной ЦП не отмечены особи молодых возрастных состояний, в большинстве случаев ЦП представлены генеративными, редко – единичными взрослыми вегетативными особями.

По данным Т.В. Жирновой [6], в БГПЗ в каждом месте нахождениях более 1-3 особей, редко – до 20 особей, в основном генеративных и взрослых вегетативных. В горных степях при неблагоприятных погодных условиях наблюдается состояние вторичного покоя, в отдельные засушливые годы у всех особей популяции.

Заключение. В Башкирском Зауралье, несмотря на сравнительно небольшие площади и степной характер растительности, выявлено произрастание 13 видов орхидей. Все исследованные нами виды орхидей являются редкими и включены в Красные книги разного ранга. В целом, ценопопуляции редких видов орхидей *Coeloglossum viride*, *Cypripedium calceolus, C. guttatum, Epipactis atrorubens, Orchis ustulata* являются малочисленными, обладают малой площадью произрастания, низкой плотностью, неполночленными онтогенетическими спектрами. Лишь *Orchis militaris* характеризуется высокими демографическими показателями.

В степной и лесостепной зонах популяции орхидей становятся еще более уязвимыми и характеризуются низкими демографическими показателями. Это связано с тем, что засушливые степные и лесостепные сообщества представляют границу экологического и географического ареалов практически для всех видов орхидей. Незначительные изменения внешних факторов могут привести к безвозвратному исчезновению видов на краю ареала. В связи с этим стоит задача постоянного мониторинга и сохранения редких видов орхидей в Башкирском Зауралье.

Список литературы

1. Красная книга Республики Башкортостан: в 2 т. Т. 1: Растения и грибы / под ред. д-ра биол. наук В.Б. Мартыненко. Москва: Студия онлайн, 2021. 392 с.

2. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 214 с.

3. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М.: Наука, 1988. 184 с.

4. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения) Екатеринбург-Миасс: «Геотур», 2005. 537 с.

5. Суюндуков И.В., Шамигулова А.С., Тулумгужина Ф.С. Состояние и многолетняя динамика ценопопуляций *Orchis militaris* L. в степной зоне Башкирского Зауралья // Степи Северной Евразии: Материалы VIII междунар. симпоз. Оренбург: ИС УрО РАН, 2018. С. 956-958.

6. Жирнова Т.В. Орхидные Башкирского заповедника (Южный Урал) // Изучение природы в заповедниках Башкортостана: Сб. науч. тр. Вып. 1. Миасс, 1999. С. 141-160.

УДК 581.9 (571.150)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1289-1292

ПРИЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТЕПЕЙ В ЗАУРАЛЬЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

TECHNIQUES FOR RESTORING STEPPES IN THE TRANS-URALS OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Суюндуков Я.Т.[1], Хасанова Г.Р.[2], Ильбулова Г.Р.[1]
Suyundukov Ya.T.[1], Khasanova G.R.[2], Ilbulova G.R.[1]

[1]Сибайский институт (филиал) Уфимского университета науки и технологий, Сибай, Россия
[2]Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия
[1]Sibay Institute (branch) Ufa University of Science and Technology, Sibay, Russia
[2]Bashkir Scientific Research Institute of Agriculture is a separate structural unit of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

E-mail: [1]yalil_s@mail.ru, [2]gulnazrim@yandex.ru

Аннотация. Зауральская степь является наиболее засушливой зоной Республики Башкортостан. Если степи ранее преимущественно использовались под выпас скота, то пахотное использование, пастбищные нагрузки на естественные кормовые угодья усилились после Октябрьской революции с коллективизацией хозяйств. В результате интенсивной эксплуатации степи Зауралья в значительной степени были деградированы. С целью изучения сравнительной эффективности изучены три варианта восстановления степей в ходе восстановительной сукцессии растительности: на залежах, в посевах многолетних трав и в агростепях, созданных по методу Д.С. Дзыбова. Исследованиями выявлено, что восстановительная сукцессия растительности сопровождается улучшением свойств деградированных почв. Установлено, что темпы ремедиации почв напрямую определяются скоростью восстановления в составе растительности видов из естественных сообществ, главным образом многолетних злаков: наиболее высоки темпы восстановления свойств почв под агростепями, наименее – на залежах. С позиции практического использования в хозяйствах, авторы считают возможность применения всех методов в зависимости от их экологической и экономической эффективности и целесообразности.
Ключевые слова: пастбищная дигрессия, восстановительная сукцессия, многолетние травы, агростепи, залежь.

Abstract. The Trans-Ural steppe is the most arid zone of the Republic of Bashkortostan. If the steppes were previously mainly used for grazing, then arable use, pasture loads on natural forage lands increased after the October Revolution with the collectivization of farms. As a result of intensive exploitation, the steppes of the Trans-Urals were largely degraded. In order to study the comparative effectiveness, three options for restoring steppes during the restoration succession of vegetation were studied: on deposits, in crops of perennial grasses and in agrosteps created using the method of D.S. Dzybov. Studies have revealed that the regenerative succession of vegetation is accompanied by an improvement in the properties of degraded soils. It has been established that the rates of soil remediation are directly determined by the rate of restoration in the vegetation of species from natural communities, mainly perennial cereals: the highest rates of restoration of soil properties under agrosteps, the least – on deposits From the standpoint of practical use in farms, the authors consider the possibility of applying all methods depending on their environmental and economic efficiency and expediency.
Key words: pasture digression, regenerative succession, perennial grasses, agrosteps, fallow.

Введение. Зауральская степная природно-сельскохозяйственная зона Башкортостана представляет собой обширную территорию, расположенную на юго-восточной части республики, и граничит с Челябинской и Оренбургской областями. Площадь составляет 2,4 млн га. С севера на юг среднегодовая сумма осадков меняется от 420 до 300 мм, составляя за вегетационный период от 200 до 150 мм. Среднегодовая температура воздуха меняется от 0,9 до 1,8°, сумма активных температур – от 1800 до 2300ºС, безморозный период – от 100 до 120 дней, гидротермический коэффициент – от 1,5 до 0,8. Преобладающими почвами являются черноземы, которые вдоль градиента север-юг меняются от подтипа выщелоченного к обыкновенному и, далее, к южному. Естественная зональная степная растительность равнинных территорий с севера на юг меняется от северных богаторазнотравных луговых до южных ковыльно-

типчаковых, на которых выделены три геоботанических района – Учалинский лесостепной, Сибайский степной и Акъярский степной [1, 2].

Из истории известно, что длительное время преобладающим хозяйством башкир было скотоводство [3], хотя имеются аргументы о существовании очагового земледелия еще в бронзовом веке, которое постепенно переросло в пашенное [4-6].

С переходом к полукочевому скотоводству в XVII-XVIII вв., появлением первых аулов и увеличением плотности населения, для зимнего содержания скота башкиры начали косить и заготавливать сено. Земледелие развивалось медленно. На начальном этапе преобладало возделывание зерновых культур. К началу XX в. господствующим становится смешанное земледельческо-скотоводческое хозяйство.

Наибольшее развитие земледелие получило после Октябрьской революции, когда произошел переход к полному оседлому образу жизни и крестьяне объединились в коллективные хозяйства. Большими темпами шли процессы расширения пахотных земель и сокращения пастбищ при одновременном увеличении поголовья общественного скота.

Особо существенно изменилась структура агроэкосистем в середине прошлого столетия при массовом освоении целинных и земель, что привело к ряду негативных последствий: активно развивалась водная и ветровая эрозия почв, дальнейшее повышение поголовья скота и сокращение пастбищ способствовали пастбищной дегрессии степных травостоев, которая сопровождалась их изреживанием, снижением биоразнообразия и продуктивности. Эти тенденции продолжались вплоть до 90-х годов прошлого столетия, когда начались большие перемены в сельском хозяйстве, что в некотором смысле оказалось положительным явлением с точки зрения восстановления степей и сохранения почвенных ресурсов: резкое сокращение поголовья общественного скота в связи с разрушением колхозно-совхозного хозяйства способствовало снижению пастбищной нагрузки на степи. Кроме того, значительные площади пахотных угодий, преимущественно склоновых, эродированных, с низкоплодородными, перестали обрабатываться и перешли в разряд залежных земель. Известно, что при исключении земельного участка из активного пахотного использования начинаются так называемые автогенные восстановительные сукцессии растительности, которые протекают под влиянием жизнедеятельности растений и их гетеротрофных спутников [7].

Целью настоящих исследований было показать направления и сравнительную эффективность основных вариантов восстановления степей в условиях Зауралья Республики Башкортостан.

Материалы и методы. Из множества возможных вариантов восстановительных сукцессий нами изучались следующие, которые рассматривались как наиболее важные: 1) автогенные сукцессии на залежных землях; 2) сукцессии в залуженных землях в посевах многолетних трав; 3) сукцессии в залуженных землях в искусственных степях (агростепях, созданных методом рассева сено-семенных смесей по Д.С. Дзыбову [8-10].

Исследование залежей в условиях Баймакского района Республики Башкортостан позволило нам на обыкновенных черноземах выделить варианты: молодые залежи возрастом 8-10 лет, зрелые – 10-30 лет и старовозрастные – 30 лет и старше.

Сукцессии в посевах многолетних трав изучались на зональных подтипах чернозема (с севера на юг – выщелоченном, обыкновенном и южном). По данным геоботанических исследований состав сеяных трав в посевах на всех подтипах чернозема сходный (*Bromopsis inermis, Medicago sativa, Onobrichis sibirica, Melilotus officinalis*). В зависимости от возраста посевов трав были выделены четыре стадии сукцессии: первая – 1-3 года, вторая – 4-10 лет, третья – 11-15 лет и четвертая – свыше 15 лет.

Сукцессии растительности в искусственно созданных агростепях по Д.С. Дзыбову исследовались нами в двух опытах с посевом сено-семенная массы, скошенной в периоды массового созревания основных видов на эталонных целинных участках с хорошо сохраненным составом растений: 1) агростепь с одноразовым рассевом сено-семенной смеси на деградированной пашне с кратностью рассева 1:5 (эталон – богаторазнотравно-ковыльная степь с 79 видами, в том числе 4 вида ковылей – *Stipa zalesskii, S. pennata, S. tirsa, S. capillata*); 2) агростепи, созданные путем залужения сено-семенным материалом на фоне различных обработок дернины деградированного пастбищного угодья: 2-хкратное дискование на глубину 8-10 см, 4-хкратное дискование на глубину 8-10 см, вспашка с 1-кратным дискованием на глубину 8-10 см. В качестве контроля исследовался участок с хорошо сохранившимся травостоем.

Результаты исследований и их обсуждение. Выполненными исследованиями на залежах выявлено, что в первые 8-10 лет на залежах развивается рудеральная растительность с преобладанием таких видов, как *Chenopodium album, Convolvulus arvensis, Tripleurospermum perforatum, Avena fatua* и др. На более зрелых стадиях сукцессии (более 10 лет) начинают доминировать многолетние злаки, такие как ковыли (*Stipa capillata, S. lessingiana, S. Pennata), Festuca pseudovina, Festuca valesiaca, Koeleria sclerophylla, Phleum phleoides, Poa pratensis*, а также виды степного разнотравья *Genista tinctoria, Sanguisorba officinalis, Artemisia sericea, Verbascum phoeniceum, Artemisia commutata, Campanula wolgensis, Ranunculus acris, Artemisia dracunculus, Centaurea scabiosa, Galium verum, Silene baschkirorum, Veronica spuria, Artemisia glauca, Artemisia pontica, Astragalus onobrychis, Gypsophila altissima* и др.).

Отметим, что процесс восстановления степей в ходе залежной сукцессии достаточно медленный в силу того, что наступление стадии многолетних злаков затягивается и в составе сообществ долгие годы преобладают малолетники из числа сорных и рудеральных растений.

В посевах многолетних трав под покровом последних восстановительные сукцессии происходят значительно эффективнее: виды с менее продолжительным жизненным циклом уступают место долголетникам, таким как кострец безостый. В последующем в составе растительности роль культурных высеянных видов снижается и им на смену приходят виды местной флоры.

По обобщенным данным геоботанических исследований, на первых стадиях сукцессии характерно доминирование видов эксплерентов – сегетальных и рудеральных из классов *Secalietea, Chenopodietea и Artemisietalia vulgaris*, которые в дальнейшем замещаются видами луговой естественной растительности класса *Molinio-Arrhenatheretea* и степной класса *Festuco-Brometea*.

Следует отметить, что на первых стадиях сукцессии урожайность трав выше ввиду высокой продуктивности сеяных многолетних трав. При этом урожайность травосмесей снижается вдоль градиента север-юг от чернозема выщелоченного к черноземy южному. В дальнейшие стадии сукцессии с постепенной сменой многолетних сеяных трав естественными видами наблюдается снижение продуктивности травостоя. При этом продуктивность травосмесей на всех стадиях сукцессии выше по сравнению с целиной.

Исследованиями показано, что сукцессия агростепях идет значительно быстрее, чем в залежном варианте. В них уже к 4-му году в составе формирующегося сообщества представлено до 80% видов из состава исходной высеянной сено-семенной смеси.

На 8-й год сукцессии, хотя и в составе сообщества сохраняются рудеральные виды из классов *Artemisietea и Chenopodietea*, интенсивно внедряются виды из классов луговой и степной растительности *Festuco-Brometea и Molinio-Arrhenatheretea*.

Исследованиями выявлено, что восстановительная сукцессия растительности сопровождается улучшением свойств деградированных почвы. Установлено, что темпы ремедиации почв напрямую определяются скоростью восстановления в составе растительности видов из естественных сообществ, главным образом многолетних злаков: наиболее высоки темпы восстановления свойств почв под агростепями, наименее – на залежах. С позиции практического использования в хозяйствах, авторы считают возможность применения всех методов в зависимости от их экологической и экономической эффективности и целесообразности.

Заключение. Таким образом, по темпам и эффективности восстановления степей варианты восстановительных сукцессий располагаются в ряду: залежные сукцессии – сукцессии в посевах многолетних трав – сукцессии в агростепях.

Список литературы

1. Алексеев Ю.Е., Алексеев Е.Б., Габбасов К.К. и др. Определитель высших растений Башкирской АССР. М.: Наука, 1988. 316 с.

2. Ямалов С.М., Баянов А.В., Муллагулов Р.Т., Мулдашев А.А. Разнообразие сообществ степей Зауралья Республики Башкортостан // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 3. С. 117-123.

3. Кузеев Р.Г. Развитие хозяйства башкир в X- XIX вв. (к истории перехода башкир от кочевого скотоводства к земледелию) // Археология и этнография Башкирии. Уфа: Баш. ФАН СССР, 1968. Т. III. С. 261-321.

4. Мажитов Н.А., Султанова А.Н. История Башкортостана с древнейших времен до XVI века. Уфа: Китап, 1994. 360 с.

5. Янгузин Р.З. О земледелии в юго-восточном Зауралье в XIX веке // Археология и этнография Башкирии / Баш. ФАН СССР. Уфа, 1968. Т. III. С. 322-326.

6. Янгузин Р.З. Хозяйство башкир дореволюционной России. Уфа: Башкнигоиздат, 1989. 192 с.

7. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности. Уфа: Гилем, 1998. 413 с.

8. Абдуллин М.Р., Миркин Б.М. О возможности использования метода создания «Агростепей» в Башкирском Зауралье // Эффективные приемы воспроизводства плодородия почв, совершенствование технологий возделывания, создание и внедрение новых сортов сельскохозяйственных культур. Уфа, 1995. С. 47-49.

9. Абдуллин М.Р., Миркин Б.М. Опыт создания «агростепей» в Башкирском степном Зауралье // Бюлл. МОИП. Отд. Биол. 1995. Т. 100. № 5. С .77-90.

10. Дзыбов Д.С. Метод ускоренного воссоздания травянистых сообществ // Экспериментальная биогеоценология и агроценозы. М., 1979. С. 129-131.

УДК 630*181.2:630*425
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1293-1298

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ (Г. КУМЕРТАУ, РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)

REGIONAL FEATURES OF REFORESTATION AND NATURE MANAGEMENT OF ANTHROPOGENIC LANDSCAPES IN THE FOREST-STEPPE ZONE (CITY OF KUMERTAU, REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN)

Тагирова О.В.
Tagirova O.V.

Уфимский институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия
Ufa Institute of Biology of the Ufa Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

E-mail: olecyi@mail.ru

Аннотация. В работе представлена характеристика современного состояния древесных растений в агломерации г. Кумертау и прилегающих территорий. В состав входят городская территория с жилой застройкой, промышленными предприятиями, городскими парками и скверами, микрорайоны с коттеджной застройкой и карьерно-отвальный комплекс на месте бывшего Кумертауского буроугольного разреза. Были исследованы насаждения с участием *Pinus sylvestris* L., *Larix sukaczewii* Dyl., *Betula pendula* Roth, *Tilia cordata* Mill., *Populus balsamifera* L., *Populus tremula* L., *Acer negundo* L., *Acer tataricum* L., *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus glabra* Huds., *Ulmus pumila* L., *Salix caprea* L., *Sorbus aucuparia* L., *Prunus padus* L., *Prunus cerasus* L., *Malus sylvestris* (L.) Mill. В целом относительное жизненное состояние древесных растений в насаждениях в г.Кумертау и на прилегающих территориях оценивается как «ослабленное» и «здоровое». Это позволяет рекомендовать для использования в озеленении и лесовосстановлении в лесостепной зоне Южного Приуралья в качестве перспективных такие древесные виды как сосну обыкновенную, лиственницу Сукачева, березу повислую, ясень обыкновенный. Расширение ассортимента декоративных древесно-кустарниковых видов и форм при озеленении городской территории возможно при обязательной организации лесохозяйственных мероприятий по уходу и защите таких насаждений.

Ключевые слова: древесные растения, озеленение, лесовосстановление, относительное жизненное состояние, карьерно-отвальный комплекс.

Abstract. The paper presents the characteristics of the current state of woody plants in the agglomeration of the city of Kumertau and adjacent territories. It includes an urban area with residential buildings, industrial enterprises, urban parks and squares, residential districts with cottage buildings and a quarry dump complex on the site of the former Kumertau brown coal mine. Plantings with the participation of *Pinus sylvestris* L., *Larix sukaczewii* Dyl., *Betula pendula* Roth, *Tilia cordata* Mill., *Populus balsamifera* L., *Populus tremula* L., *Acer negundo* L., *Acer tataricum* L., *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus glabra* Huds., *Ulmus pumila* L., *Salix caprea* L., *Sorbus aucuparia* L., *Prunus padus* L., *Prunus cerasus* L., *Malus sylvestris* (L.) Mill. were studied. In general, the relative vital condition of woody plants in plantations in the city of Kumertau and in the surrounding areas is assessed as "weakened" and "healthy". This allows us to recommend for use in landscaping and reforestation in the forest-steppe zone of the southern Urals such woody species as scots pine, Sukachev larch, hanging birch, common ash as promising. The expansion of the range of decorative tree and shrub species and forms in urban landscaping is possible with the mandatory organization of forestry measures for the care and protection of such plantations.

Key words: woody plants, greening, reforestation, relative vital condition, quarry dump complex.

Введение. Лесостепная зона представляет сложный природный ландшафтно-экологический комплекс [1, 2]. Регион Южного Приуралья характеризуется разнообразием природно-климатических особенностей и в последние десятилетия в связи изменениями температурного режима отмечаются критические ситуации в сельском хозяйстве, в состоянии водных объектов, в состоянии древесных насаждений [3].

В Южном Приуралье расположен г. Кумертау. Лесорастительные условия определяются не только действием экстремальных природно-климатических факторов, но и антропогенной трансформацией окружающей среды в результате разработки месторождения бурого угля [3-5]. В этих условиях успешное произрастание лесных насаждений определяется эколого-биологическими особенностями древесных растений и устойчивостью к экстремальным природным и техногенным факторам [6-9].

Формирование г. Кумертау и прилегающей территории началось в 1947 году и связано с началом разработки буроугольного месторождения. В 1998 году в связи завершением добычи бурого угля и согласно проекта ликвидации предприятия началось сокращение производственной деятельности. В начале 2000-х годов работы были завершены и началось постепенное заполнение карьера водой [5].

В настоящее время г. Кумертау и прилегающие территории представляют многообразный ландшафтно-экологический комплекс. В состав входят городская территория с жилой застройкой, промышленными предприятиями, городскими парками и скверами, микрорайоны с коттеджной застройкой и карьерно-отвальный комплекс на месте бывшего Кумертауского буроугольного разреза *(рисунок 1).*

Цель данной работы – характеристика современного состояния древесных растений в агломерации г. Кумертау и прилегающих территорий и оценка перспективности использования отдельных видов в озеленении и лесовосстановлении в лесостепной зоне Южного Приуралья.

Материалы и методы. Объекты исследования – насаждения с участием сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.), березы повислой (*Betula pendula* Roth), липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.), тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.), осины (*Populus tremula* L.), клена ясенелистного (*Acer negundo* L.), клена татарского (*Acer tataricum* L.), ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.), вяза шершавого (*Ulmus glabra* Huds.), вяза мелколистного (*Ulmus pumila* L.), ивы козьей (*Salix caprea* L.), рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), черемухи обыкновенной (*Prunus padus* L.), вишни обыкновенной (*Prunus cerasus* L.), яблони лесной (*Malus sylvestris* (L.) Mill.).

При закладке пробных площадей, сборе и анализе фактического материала использованы общепринятые методы, что позволяет получить результаты исследований, сопоставимые с аналогичными опубликованными сведениями [10-13]. В работе использован методический подход, позволяющий получить интегральную оценку состояния древесных насаждений. Оценка относительного жизненного состояния деревьев (ОЖС) [11] проведена на 5 пробных площадях, заложенных в насаждениях в городской черте г. Кумертау и на карьерно-отвальном комплексе отработанного Кумертауского буроугольного разреза *(рисунок 1)*.



Рисунок 1. Карта-схема г. Кумертау, карьерно-отвального комплекса Кумертауского буроугольного разреза и расположения пробных площадей в древесных насаждениях [URL: https://maps.app.goo.gl/SEtKKpfdj4Z25NFC9].

Результаты исследований и их обсуждение. В условиях г. Кумертау охарактеризованы насаждения на территории парка Победы *(рисунок 2),* парка культуры и отдыха им. Ю.А. Гагарина *(рисунок 3)* и сквера 50 лет ВЛКСМ *(рисунок 4)*.

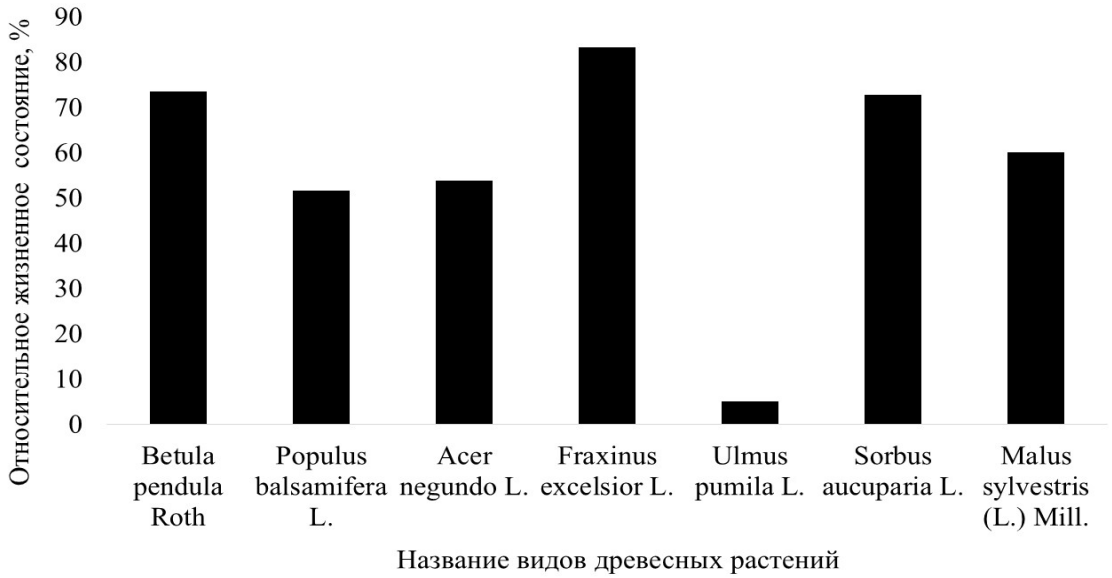


Рисунок 2. Характеристика относительного жизненного состояния (ОЖС) древесных растений на территории парка Победы (лесные культуры и посадки) (ПП1) (г. Кумертау).

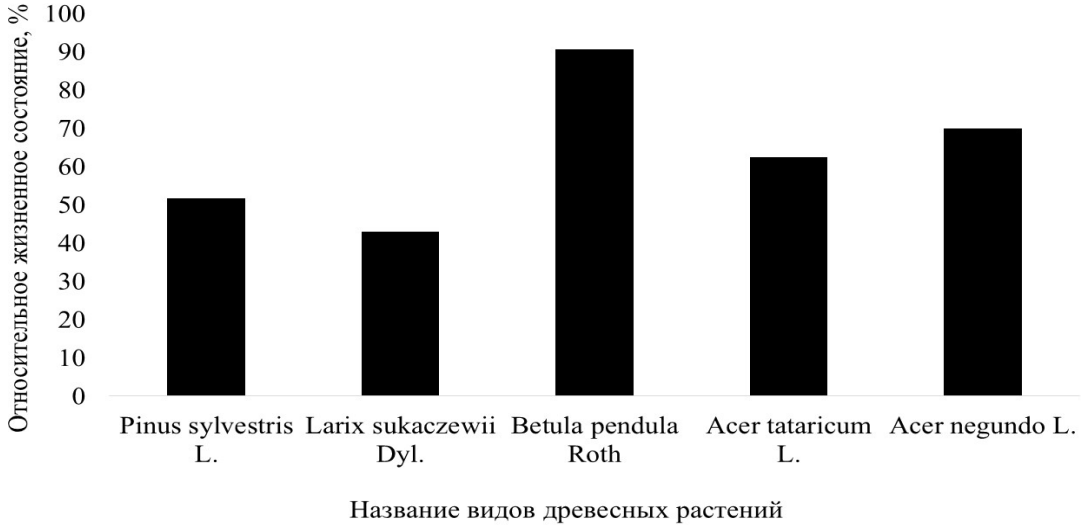


Рисунок 3. Характеристика относительного жизненного состояния (ОЖС) древесных растений на территории парка им. Ю.А. Гагарина (лесные культуры) (ПП2) (г. Кумертау).

В насаждениях на территории парка Победы ОЖС ***березы повислой*** «ослабленное» (густота кроны составляет 65-80%, наличие на стволе мертвых сучьев 15-20%, повреждения листьев составляют 10-20%), ***тополя бальзамического*** «ослабленное» (густота кроны 55-75%, мертвых сучьев 15-20%, повреждения листьев 10-20%), ***клена ясенелистного*** «ослабленное» (густота кроны 55-75%, мертвых сучьев 15-20%, повреждения листьев 10-20%), ***ясеня обыкновенного*** «здоровое» (густота кроны 85-90%, мертвых сучьев 1-10%, повреждения листьев 1-10%), ***рябины обыкновенной*** «ослабленное», ***яблони лесной*** «ослабленное», ***рябины обыкновенной*** «ослабленное», ***вяза мелколистного*** «отмирающее».

В насаждениях на территории парка культуры и отдыха им. Ю.А. Гагарина ОЖС ***сосны обыкновенной*** «ослабленное» (густота кроны составляет 60-70%, наличие на стволе мертвых сучьев 5-10%, повреждения хвои составляют 10-15%) ***лиственницы Сукачева*** «сильно ослабленное» (густота кроны 45-55%, мертвых сучьев 10-15%, повреждения хвои 10-15%), ***березы повислой*** «здоровое» (густота кроны 85-90%, мертвых сучьев 1-10%, повреждения

листьев 1-10%), ***клена татарского*** «ослабленное» (густота кроны 65-80%, мертвых сучьев 1-10%, повреждения листьев 15-20%), ***клена ясенелистного*** «ослабленное» (густота кроны 80%, мертвых сучьев 10%, повреждения листьев 10%).

В насаждениях на территории сквера 50 лет ВЛКСМ ОЖС ***березы повислой*** «сильно ослабленное» (густота кроны составляет 55-85%, наличие на стволе мертвых сучьев 1-20%, повреждения листьев составляют 10-20%), ***липы мелколистной*** «здоровое» (густота кроны 85-90%, мертвых сучьев 1-10%, повреждения листьев 1-10%), ***ясеня обыкновенного*** «здоровое» (густота кроны 80-90%, мертвых сучьев 1-10%, повреждения листьев 1-10%), ***вяза шершавого*** «ослабленное» (густота кроны 65%, мертвых сучьев 10%, повреждения листьев 10%), ***черемухи обыкновенной*** «здоровое», ***рябины обыкновенной*** «здоровое», ***вишни обыкновенной*** «здоровое».

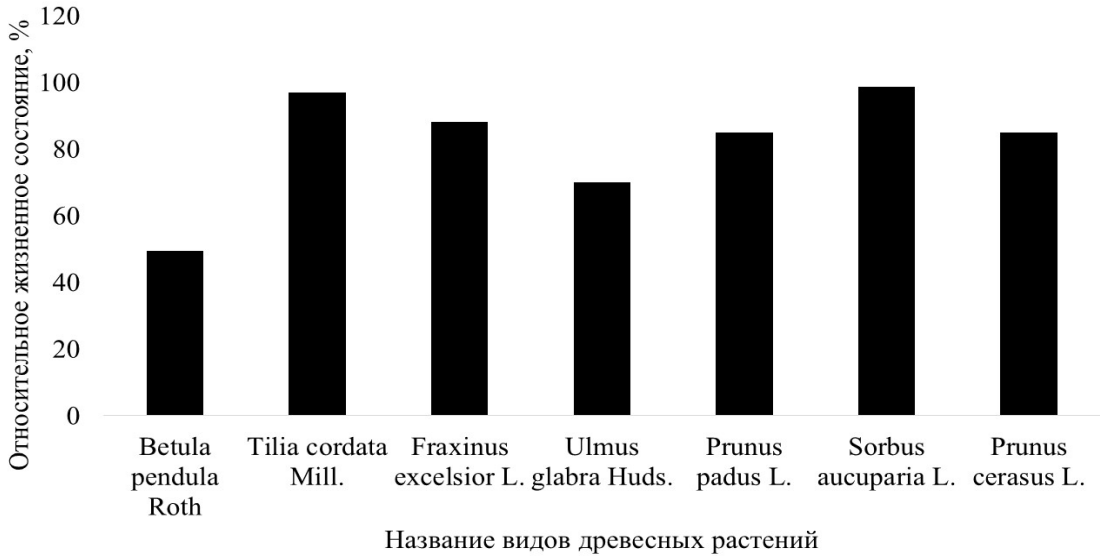


Рисунок 4. Характеристика относительного жизненного состояния (ОЖС) древесных растений на территории сквера 50-летия ВЛКСМ (уличные рядовые посадки) (ПП3) (г. Кумертау).

В условиях карьера и отвалов буроугольного разреза охарактеризованы естественные насаждения на *(рисунок 5)* и лесные культуры на участках лесной рекультивации *(рисунок 6)*.

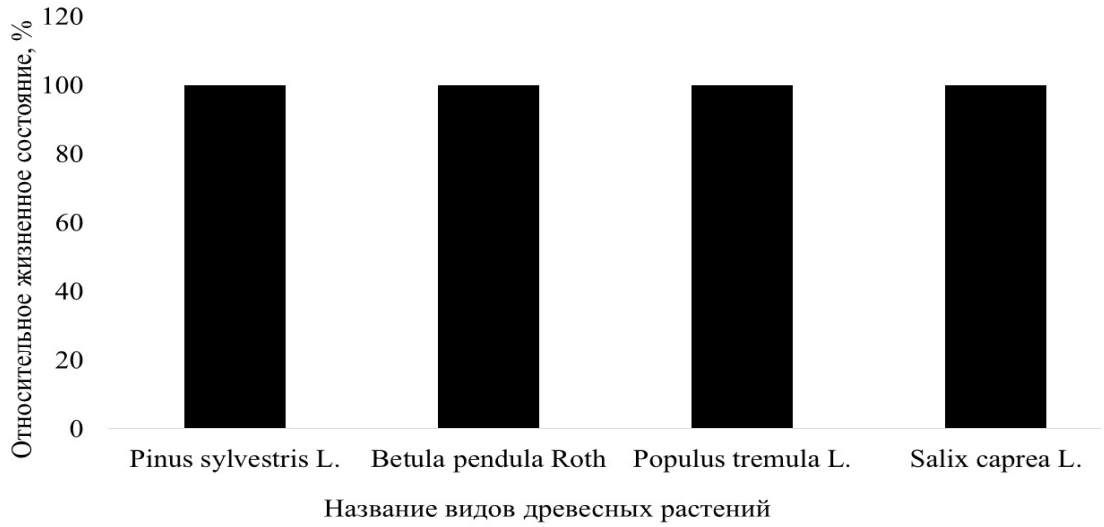


Рисунок 5. Характеристика относительного жизненного состояния (ОЖС) древесных растений на территории западного склона карьера Кумертауского буроугольного разреза (естественное возобновление) (ПП4).

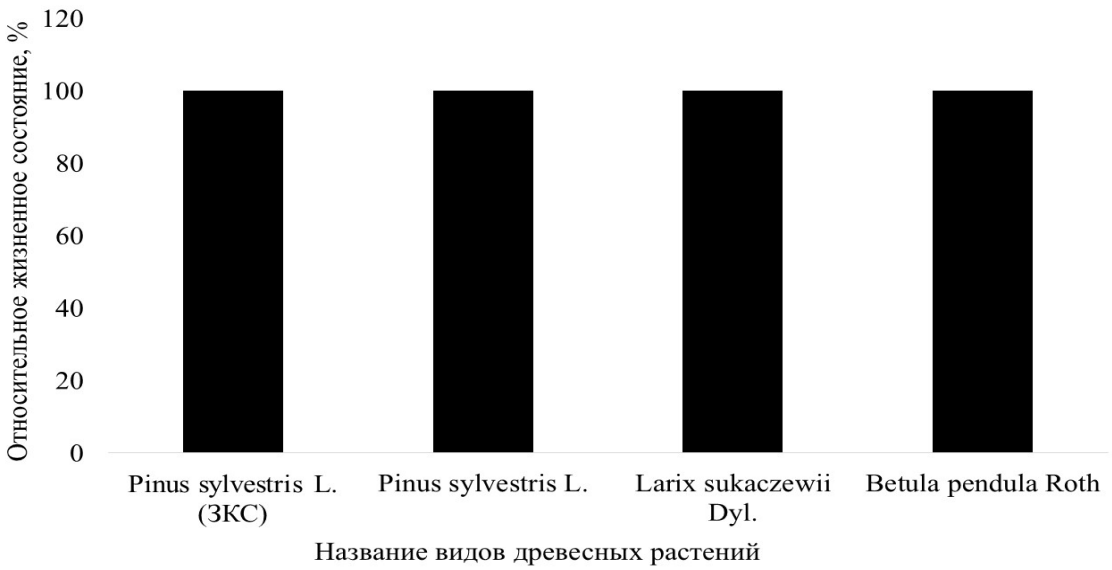


Рисунок 6. Характеристика относительного жизненного состояния (ОЖС) древесных растений на территории отвалов Кумертауского буроугольного разреза (лесные культуры) (ПП5).

В насаждениях, сформировавшихся путем естественного возобновления, на территории западного склона карьера Кумертауского буроугольного разреза ОЖС ***сосны обыкновенной*** «здоровое» (густота кроны составляет 80-90%, на стволе мертвых сучьев до 10%, повреждения хвои составляют до 10%), ***березы повислой*** «здоровое» (густота кроны 80-90%, мертвых сучьев до 10%, повреждения листьев 1-10%), ***осины обыкновенной*** «здоровое» (густота кроны 80%, мертвых сучьев 5%, повреждения листьев 5%), ***ивы козьей*** «здоровое» (густота кроны 80%, мертвых сучьев 1%, повреждения листьев 5%).

В лесных культурах на отвалах Кумертауского буроугольного разреза ОЖС ***сосны обыкновенной*** (саженцы с закрытой корневой системой) «здоровое» (густота кроны составляет 80-90%, на стволе мертвых сучьев до 10%, повреждения хвои составляют до 10%), ***сосны обыкновенной*** (стандартный посадочный материал) «здоровое» (густота кроны составляет 80-90%, мертвых сучьев до 10%, повреждения хвои до 10%), ***лиственницы Сукачева*** «здоровое» (густота кроны 80-90%, мертвых сучьев 1-5%, повреждения хвои до 5%), ***березы повислой*** «здоровое» (густота кроны 80-90%, мертвых сучьев до 10%, повреждения листьев до 10%).

Заключение. При организации территории г. Кумертау реализованы архитектурные решения с созданием парка Победы, скверов, уличных и внутриквартальных насаждений древесных растений. В период существования г. Кумертау происходило постоянное увеличение площади города за счет присоединения прилегающих территорий. В части увеличения площади городских зеленых насаждений показателен пример создания парка им. Ю.А. Гагарина с включением лесных культур хвойных и лиственных древесных пород.

На современном этапе развития г. Кумертау в зеленой зоне города расположен карьерно-отвальный комплекс Кумертауского буроугольного разреза. Карьер представляет бессточную котловину, которая заполнена водой (в настоящее время глубина составляет более 30 м). Уровень воды продолжает повышаться и в непосредственной близости к городу формируется зона, привлекательная для рекреационного использования. На отвалах построена и много лет эксплуатируется объездная автомобильная дорога Уфа-Оренбург, более 40 лет существовала свалка ТКО, работы по ликвидации которой ведутся с 2022 года. В 1982-1986 гг. успешно реализованы мероприятия по лесной рекультивации и в настоящее время произрастают лесные культуры сосны обыкновенной, лиственницы Сукачева, березы повислой.

В целом состояние древесных растений в насаждениях в г. Кумертау и на прилегающих территориях оценивается как «ослабленное» и «здоровое». Это позволяет рекомендовать для использования в озеленении и лесовосстановлении в лесостепной зоне Южного Приуралья в качестве перспективных такие древесные виды как сосну обыкновенную, лиственницу Сукачева, березу повислую, ясень обыкновенный. Расширение ассортимента декоративных древесно-кустарниковых видов и форм при озеленении городской территории возможно при обязательной организации лесохозяйственных мероприятий по уходу и защите таких насаждений.

Исследования выполнены с использованием оборудования центра коллективного пользования «Агидель» в рамках плановых исследований по бюджетной теме № 123020700152-5 FMRS-2023-0008 «Устойчивость лесообразующих древесных видов и эколого-биологические адаптации с учетом антропогенной трансформации ландшафтно-природных комплексов».

Список литературы

1. Чибилёв А.А., Левыкин С.В., Рябуха А.Г. Актуальные проблемы современного степеведения // Аридные экосистемы. 2012. № 4. С. 97-101.

2. Коломыц Э.Г., Розенберг Г.С., Глебова О.В. и др. Природный комплекс большого города: Ландшафтно-экологический анализ. М.: Наука, 2000. 286 с.

3. Атлас Республики Башкортостан. Уфа: Китап, 2005. 420 с.

4. Башкортостан: Краткая энциклопедия. Уфа: Башкирская энциклопедия, 1996. 672 с.

5. Официальный сайт городского округа город Кумертау. Режим доступа: URL: https://www.admkumertau.ru/ (дата обращения: 10.01.2024).

6. Баталов А.А., Мартьянов Н.А., Кулагин А.Ю., Горюхин О.Б. Лесовосстановление на промышленных отвалах Предуралья и Южного Урала. Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1989. 140 с.

7. Кулагин А.Ю., Ведерников К.Г., Мартьянов Н.А., Баталов А.А. Лесная рекультивация отвалов Кумертауского буроугольного разреза // Труды Стерлитамакского филиала АН РБ. Уфа: Гилем, 2001. Вып. 1. С. 45.

8. Кулагин А.А. Роль лесовосстановления антропогеннонарушенных территорий для повышения биоразнообразия (на примере отвалов Кумертауского буроугольного бассейна) // Проблемы сохранения биоразнообразия на Южном Урале: Тез. докл. науч.-практ. конф. Уфа, 2004. С. 58-59.

9. Кулагин А.Ю. Лесная рекультивация отвалов горнодобывающей промышленности в Республике Башкортостан: 25-летний опыт // Восстановление нарушенных природных экосистем: Материалы V междунар. науч. конф., Донецк, 12-15 мая 2014 г. Донецк: Донецкий ботанический сад НАН Украины, 2014. С. 315-317.

10. Сукачев В.Н. Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1966. 333 с.

11. Алексеев В.А. Некоторые вопросы диагностики и классификации поврежденных загрязнением лесных экосистем // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. С. 38-54.

12. Зайцев Г.Н. Математическая статистка в экспериментальной ботанике. М., 1984. 424 с.

13. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014. 298 с.

УДК 551.582
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1299-1302

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЗА 2020-2023 ГГ. В ПРЕДЕЛАХ ЕРГЕНИНСКОГО КЛАСТЕРА

CLIMATE CHANGE FOR THE YEAR 2020-2023 WITHIN THE ERGENINSKY CLUSTER

Ташнинова А.А.
Tashninova A.A.

Бюджетное научное учреждение Республики Калмыкия
«Институт комплексных исследований аридных территорий», Элиста, Россия
The Institute of Complex Research of Arid Areas, Department of Environmental Research, Elista, Russia

E-mail: annatashninova@mail.ru

Аннотация. В статье дается краткий общий обзор климатических условий в пределах сухостепной зоны Ергенинской возвышенности Республики Калмыкия. Во введении дается краткое географическое описание Ергенинской возвышенности, с обозначением зональных и интрозональных почв. Отмечается влияние количества осадков, влажности воздуха, ветровой активности, внутриконтинентального положения территории на формирование климата. В основной части статьи описываются особенности изменений сезонных температур и распределения осадков на территории Ергененинского кластера по наблюдениям метеостанций «Элиста» и «Ики-Бурул» в 2020-2023 годах. Дается краткий анализ изменения климатических показателей в пределах Ергенинского кластера. Отмечаются негативные явления, такие как почвенная засуха, которая началась в конце весны 2020 года (в 7 районах Республики было объявлен режим чрезвычайной ситуации из-за засухи и суховея), гибель пастбищ на территории 2,8 млн га, а также расплодившаяся из-за отсутствия зимних морозов саранча. В выводах отмечаются особенности климатических изменений за период 2020-2023 гг. – зимний период без устойчивого снежного покрова, отсутствие низких зимних дневных температур; продолжительное, холодное и влажное начало весны; лето с высокими температурными максимумами и длительным интервалом высоких температур, кратковременными осадками ливневого характера; теплая продолжительная осень, с низким количеством осадков. Отмечается, что за период наблюдений более засушливым стал 2020 г. (среднегодовое количество осадков в пределах сухостепной зоны 213-254 мм), самым влажным стал 2021 год (среднегодовое количество осадков в пределах сухостепной зоны 420-472 мм).

Ключевые слова: Ергенинская возвышенность, климат, сухостепная зона, годовое количество осадков, холодный период, теплый период, суховей, засуха.

Abstract. The article provides a brief overview of the climatic conditions within the dry steppe zone of the Ergeninsky upland of the Republic of Kalmykia. The introduction provides a brief geographical description of the Ergeninsky upland, with the designation of zonal and introsonal soils. The influence of precipitation, air humidity, wind activity, and the intracontinental position of the territory on climate formation is noted. The main part of the article describes the features of changes in seasonal temperatures and precipitation distribution in the territory of the Ergenin cluster according to observations of the Elista and Iki-Burul weather stations in 2020-2023. A brief analysis of changes in climatic indicators within the Ergeninsky cluster is given. Negative phenomena are noted, such as soil drought, which began in the late spring of 2020 (an emergency regime was declared in 7 districts of the Republic due to drought and dry weather), the death of pastures on the territory of 2.8 million hectares, as well as locusts that proliferated due to the absence of winter frosts. The conclusions note the features of climatic changes over the period 2020-2023. – winter period without stable snow cover, absence of low winter daytime temperatures; prolonged, cold and humid beginning of spring; summer with high temperature maxima and a long interval of high temperatures, short-term rainfall of a stormy nature; warm long autumn, with low rainfall. It is noted that during the observation period, 2020 became more arid (the average annual precipitation within the dry-steppe zone is 213-254 mm), the wettest year was 2021 (the average annual precipitation within the dry-steppe zone is 420-472 mm).

Key words: Ergeninsky upland, climate, dry steppe zone, annual precipitation, cold period, warm period, dry season, drought.

Введение. Ергенинская возвышенность представляет собой молодое поднятие Русской равнины, вытянутое с севера на юг и осложненное овражно-балочной сетью. Представляющая расчлененную овражно-балочной сетью возвышенность, занята сухостепными почвами автморфными (темно-каштановыми, каштановыми, светло-каштановыми солонцами), полугидроморфными (лугово-каштановыми) и гидроморфными (луговыми и влажнолуговыми). Почвы формируются в условиях засушливого континентального климата; относительная

влажность часто ниже 30%, что является показателем сухости климата. Важное влияние на формирование климата оказывают внутриконтинентальное положение территории, что обеспечивает приток суммарной солнечной радиации, равным от 115 ккал/см^2 до 120 ккал/см^2 в год; слабо расчаленная поверхность, покрытая скудной травяной растительностью. Близость Каспийского моря не ослабляет континентальность климата, основной особенностью которого является сильная засушливость, резкая контрастность летних и зимних сезонов года.

Осадки выпадают неравномерно, преобладают осенне-зимне-весенние. Количество годовых осадков около 180-300 мм в год. Уровень испаряемости превышает общее количество осадков примерно в 4-5 раз и более. Снежный покров неустойчив, маломощен. Важность воздуха низкая – 30-40% летом, весной и осенью достигает до 7-90%. Преобладают ветры западного, восточного и юго-восточного направлений, скорость ветра до 4,5 м/сек (наиболее сильные до 15 м/сек.) Для летнего периода типична частая повторяемость суховейных явлений. При усилении ветровой деятельности возникают пыльные бури, являющиеся источником разрушительных действий: происходит сдувание верхнего слоя почвы, семенного материала, растений, а на легких почвах сдувание верхнего слоя отмечается вплоть до материнской породы. Наибольше число дней с пыльной бурей равно 12-20 дней. Средняя продолжительность безморозного периода 170 суток. Одновременно с повышением температуры воздуха увеличивается испарение с поверхности почвы, что приводит к ее иссушению и выгоранию травостоя [1].

Сумма положительных температур воздуха выше +10ºС составляет 3000-3400ºС. Преобладание антициклональной циркуляции и отдаленность описываемой территории от основных путей циклонов являются главными причинами малого количества осадков. Около 65% годовых осадков выпадает в теплое время года (март-октябрь) и имеют ливневый характер. Максимальное количество летних осадков приходится на май-июнь, но в отдельные годы в летний период случаются продолжительные засухи [1]. Относительная влажность воздуха имеет ярко выраженный годовой ход. Наименьшие ее значения отмечаются летом – от 40-50%, а в осеннее-зимний период – 75-85%. На данной территории зимой и весной преобладают ветра северо-восточных, юго-восточных и восточных румбов, летом – западных и северо-западных. Средняя скорость ветра 5-6 м/сек. Сильные ветры чаще наблюдаются весной. Число дней с ветром 15 м/сек. – от 15 до 30 (в отдельные годы – 50-70 дней). Ветры часто приобретают характер суховеев. В летний период суховеи и пыльные бури создают условия, способствующие интенсивному испарению воды с поверхности почвы. Наибольшая испаряемость наблюдается с мая по сентябрь (от 120 до 250 мм в месяц) [1, 2].

Таким образом, основной особенностью климата является его резкая континентальность: жаркое и сухое лето с частыми засухами и суховеями, сухая продолжительная осень, холодная малоснежная зима с оттепелями и короткая, интенсивно протекающая весна.

Основная часть. По наблюдениям метеостанций «Элиста» и «Ики-Бурул», особенностями климатических изменений на территории Ергененинского кластера в 2020 году стало увеличение зимнего безморозного периода, отсутствие низких зимних температур и устойчивого снежного покрова, а также раннее начало лета и продолжительный периодом высоких температур, перешедшим в длительную засуху. Рост температуры воздуха отмечался с марта 2020 года и уже с конца месяца произошел переход температуры воздуха за +15°С. Начавшийся уже в начале мая летний период отмечается высокими температурами (+25,5°С…+35°С) и редкими осадками, преимущественно ливневого характера. Летний период 2020 года отмечался низким количеством осадков, длительными суховеями разной степени интенсивности. Сумма осадков на полигонах исследования за теплый период (с марта по октябрь) 2020 год в сухостепной зоне – 107-117мм, сумма осадков за год – 213-254 мм [3, 4].

Негативное влияние сложившихся погодных условий усугубилось почвенной засухой, которая началась уже в конце весны (температура почвы держалась на отметке +60°С). При отсутствии достаточного количества осадков суховеи иссушали землю, в которой практически не осталось влаги, а в межсезонье дождей практически не было. 22 июля 2020 года в 7 районах Республики было объявлен режим чрезвычайной ситуации из-за засухи и суховея. Специалистами Министерства сельского хозяйства РК и специальными районными комиссиями была выявлена гибель пастбищ на территории 2,8 млн га. Также большой проблемой стала саранча, расплодившаяся из-за отсутствия зимних морозов [5].

Осень 2020 года характеризовалась как очень теплая (осенние температуры были выше обычных), но в конце третьей декады ноября – начале декабря на большей территории

республики начались сильные осадки (дожди, переходящие в снег, в отдельных районах сильные осадки). Также произошло усиление северо-восточного ветра от 18 м/с до 22 м/с, с метелью и заносами.

2021 год стал шестым из самых теплых годов за всю историю метеорологических наблюдений в Калмыкии. По сравнению с предыдущим годом, отмечался выраженным весенним периодом (без раннего наступления летних температур и достаточным количеством осадков), а лето, хоть и отмечалось продолжительными высокими температурами, но в длительную засуху не перешло. В апреле 2021 года средняя температура воздуха на большей территории республики начала повышаться до положительных значений и в конце мая 2021 года произошел переход температуры воздуха за +15°С. Летний период отмечается высокими температурами на большей части Ергеней (+38°С…+40°С) и осадками, преимущественно ливневого характера. Весенний и летний периоды 2021 года характеризовались достаточно высоким количеством осадков, начало осень 2021 года характеризовалась как сухая и продолжительная, практически до конца ноября. Сумма осадков на полигонах исследования за теплый период (с марта по сентябрь) 2021 года в сухостепной зоне – 289-374 мм, сумма осадков за год – 420-472 мм [6].

2022 год (по наблюдениям метеостанций «Ики-Бурул» и «Элиста») в сравнении с 2021 годом, стал более засушливым. 2022 год отмечался выраженным весенним периодом (без раннего наступления летних температур и достаточным количеством осадков). Начало зимнего периода в сухостепной зоне в 2022 году характеризовалось отсутствием длительного и устойчивого снежного покрова из-за оттепелей и ночными заморозками (-5,7°С до -8°С), дневные температуры колебались в пределах от -6°С до +6,5°С (самая высокая дневная температура в январе 2022 года составила +11°С).

В начало весеннего периода 2022 года отмечались невысокие положительные температуры и частые заморозки до -7,3°С. Начало вегетационного периода отмечалась достаточно комфортными весенними температурами (переход за +10°С начался в апреле). В конце весны дневные температуры уже приблизились к летним (в последней декаде мая +24°С…+34°С). Количество осадков в сухостепной зоне было достаточно высоким – за весенний период в сухостепной зоне выпало 143 мм осадков.

Можно сказать, что летний период 2022 года был достаточно типичным для Ергеней – высокие температуры воздуха, летние максимумы составил +41°С (в августе) и +35°С… +37°С (в июне и июле), продолжительные периоды без дождей. Средние показатели дневных и ночных температур в течение лета составили +29,8°С …+35,8°С и +21,2°С …+24°С соответственно. Количество осадков, выпавших в сухостепной зоне в летний период, составило – 139 мм (больше осадков выпало в июле – 39-70 мм, меньше в августе – 4-5 мм). Осадки, выпавшие в летний период, в основном были ливневого характера. Осенний периода в сухостепной зоне были очень теплыми, особенно в первой половине сентября (до +19,6°С). Количество осадков, выпавших осенью в данной зоне – 50 мм, самые низкие показатели в 2022 году были в сентябре – 5-12 мм.

В сравнении с 2021 годом, 2022 год стал более засушливым (количество среднемесячных осадков, выпавших в сухостепной зоне 2021 году 477 мм, в 2022 году – 264 мм соответственно.

В сравнении с 2022 годом, 2023 год стал более влажным и теплым. По всему Ергенинскому кластеру кривая среднемесячных температур была примерно одинаковой, с постепенным нарастанием и достаточно долгим периодом положительных значений. Но зимние температуры 2023 года были более низкими от -5,2°С до -7,2°С, среднемесячные температуры вегетационного периода в 2023 году были выше на +2,5°С…+2,9°С, средние температуры летнего периода были на +0,6°С выше в 2022 году, и осень была более теплой в 2023 году – превышении на 0,6-1,5°С. 2023 год на территории Калмыкии, в сравнении с 2022 годом, стал более влагообеспеченным. Сумма осадков, выпавших 2023 году в пределах сухостепной зоны – 409-430 мм [6].

Заключение. Таким образом, особенностями климатических изменений за период 2020-2023 гг. в пределах Ергенинского кластера стали: зимний период без устойчивого снежного покрова, с отсутствием низких дневных зимних температур, но с ночными заморозками; весенний период с продолжительным, холодным и влажным началом весны; летний период с длительным интервалом высоких температур, высокими температурными максимумами и осадками, преимущественно кратковременного ливневого характера; а также теплый, продолжительный осенний период, без большого количества осадков. За период наблюдений более засушливым стал 2020 г. (среднегодовое количество осадков в пределах сухостепной зоны

– 213-254 мм), самым влажным стал 2021 год (среднегодовое количество осадков в пределах сухостепной зоны – 420-472 мм).

Список литературы

1. Агроклиматический ресурсы Калмыцкой АССР. Л.: Гидрометоиздат, 1974. С. 32-50.

2. Погода в России / Карта погоды: [Электронный ресурс]. URL: http://www.Russia.pogoda360.ru (дата обращения: 16.12.2023).

3. Погода и климат: температура воздуха и осадки по месяцам и годам: Элиста (Калмыкия, Россия): [Электронный ресурс]. URL:http://www.pogodaiklimat.ru/history/34861_3.htm (дата обращения: 18.12.2023).

4. Погода и климат: температура воздуха и осадки по месяцам и годам: Ики-Бурул (Калмыкия, Россия): [Электронный ресурс]. URL: http://www.pogodaiklimat.ru/history/34868_2.htm (дата обращения: 08.12.2023).

5. Состояние климата в 2021 году – экстремальные явления и масштабные воздействия. [Электронный ресурс]. URL: http://www. meteoinfo.ru (дата обращения: 22.11.2021).

6. Доклад «О деятельности Росгидромета в 2021 году и задачах на 2022 год: [Электронный ресурс]. URL: http:/www. meteoorf.gov.ru (дата обращения: 25.11.2022).

УДК 911.52:631.58
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1303-1308

ВЫЯВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ СОВРЕМЕННОГО АГРОЛАНДШАФТА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СОХРАНЕНИЯ СТЕПЕЙ

IDENTIFICATION AND ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF THE MODERN AGROLANDSCAPE OF THE BELGOROD REGION FOR THE PURPOSES OF STEPPE CONSERVATION

Тишков А.А.[1,2], Белоновская Е.А.[1], Игнатенко И.М.[2], Кренке А.Н.[1], Некрич А.С.[1], Суховеева О.Э.[1], Титова С.В.[1], Царевская Н.Г.[1], Чендев Ю.Г.[2,] Чвырев А.А.[1]
Tishkov A.A.[1,2], Belonovskaya E.A.[1], Ignatenko I.M.[2], Krenke A.N.[1], Nekrich A.S.[1], Sukhoveeva O.E.[1], Titova S.V.[1], Tsarevskaya N.G.[1], Chendev Yu.G.[2], Chvyrev A.A.[1]

[1]Институт географии РАН, Москва, Россия
[2]Белгородский государственный университет, Белгород, Россия
[1]Institute of geography RAS, Moscow, Russia
[2]Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

E-mail: [1]tishkov@igras.ru, [2]ignatenko_i@bsu.edu.ru

Аннотация. В рамках первого этапа исследований по договору Института географии РАН и Института наук о Земле НИУ БелГУ «Выполнение работ по агроэкологической оценке сельскохозяйственных земель Белгородской области …» (2023) сделана попытка оценить структуру современного агроландшафта Белгородской области и перспективы его оптимизации по «углеродному критерию» для сохранения и восстановления местных степей и реального перехода к адаптивно-ландшафтному природопользованию (земледелию). Использовались методы дистанционного мониторинга, материалы периодической кадастровой оценки и мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, включая Единую федеральную информационную систему о землях сельскохозяйственного назначения. Они позволяют подробно выявлять тренды в динамике структуры агроландшафта региона, качественных и количественных характеристик его пространственных элементов, строить карты актуального землепользования, характеристик почв и др. «Углеродный критерий» оптимизации агроландшафта складывался из пространственных сопоставлений депонирования и эмиссии углерода в разных элементах ландшафта и предложений по изменениям их площади в пользу более углеродоемких (например, зональные степи на черноземах или молодых лесов на послелесной пашне). Выделяется категория земель («реставрационный фонд»), которые приоритетно могут включаться в восстановительный цикл для расширения площади зональных степей Белгородской области.
Ключевые слова: Белгородская область, агроландшафт, структура, оптимизация, сохранение степей, черноземы, запасы гумуса, сукцессии, «углеродный критерий».

Abstract. As part of the first stage of research under the agreement of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences and the Institute of Earth Sciences of the National Research University of Belarus "Performance of works on agroecological assessment of agricultural lands of the Belgorod region ..." (2023), an attempt was made to assess the structure of the modern agricultural landscape of the Belgorod region and the prospects for its optimization according to the "carbon criterion" for the preservation and restoration of local steppes and a real transition to adaptive-landscape nature management (farming). The methods of remote monitoring, materials of periodic cadastral assessment and monitoring of agricultural lands, including the Unified Federal Information System on Agricultural Lands, were used. They allow us to identify in detail trends in the dynamics of the structure of the agricultural landscape of the region, qualitative and quantitative characteristics of its spatial elements, to build maps of current land use, soil characteristics, etc. The "carbon criterion" for optimizing the agricultural landscape consisted of spatial comparisons of carbon deposition and emission in different elements of the landscape and proposals for changes in their area in favor of more carbon-intensive ones (for example, zonal steppes on chernozems or young forests on post-forest arable land). A category of lands ("restoration fund") is allocated, which can be included in the restoration cycle as a priority to expand the area of the zonal steppes of the Belgorod region.
Key words: Belgorod region, agricultural landscape, structure, optimization, steppe conservation, chernozems, humus reserves, successions, "carbon criterion".

Введение. В нашей публикации [1], посвященной меняющейся структуре агроландшафта Белгородской области, было декларировано, что наблюдаемое «сужение» площади аграрного пространства пока никак не сказывается на территориальной охране зональных степей, способных эффективно сохранять степное биоразнообразие и накапливать углерод в черноземных почвах.

Понятно, что в таких староосвоенных аграрных регионах, как Белгородская область, только *оптимизация структуры степного агроландшафта* с высвобождением части площадей неэффективной пашни для инициации восстановительной сукцессии позволит региону приблизится к решению задач восстановления зональных степей и *формирования «углеродного нейтрального земледелия»*, при котором восстанавливающиеся степи на черноземах компенсируют за счет аккумуляции углерода его вековые потери на пашне [2-5]. Актуальность этого возрастает и с наблюдаемым снижением продуктивности природных и полуприродных травяных экосистем Северной Евразии на фоне климатических изменений и роста засушливости климата в семиаридных зонах на – 6% за 10 лет [6]. В Белгородской области эффект роста засушливости, особенно в южных районах области, отмечен нами в числе реальных угроз стабильности регионального развития и аграрного производства. Поэтому, даже в рамках адаптации сельского хозяйства региона к изменениям климата уже на настоящем этапе важно определить набор механизмов пространственной оптимизации агроландшафта, повышающих его устойчивость и продуктивность. А возможности в ее процессе для дополнительного решения и проблем территориальной охраны зональных степей будут зависеть от того, как методически правильно использовать для этого «углеродный критерий».

«Углеродный критерий» конкретно для сохранения степей и создания новых степных ООПТ предложен нами как механизм территориальной защиты сохранившихся степных участков староосвоенных черноземных регионов и стимулирования их восстановления на послестепных участках пашни через залежную сукцессию. Этот критерий позволит в перспективе не только расширить площади действующих степных ООПТ до устойчивых, полноценных и репрезентативных в отношении сохранения степной биоты территорий, но и аргументированно ляжет в обоснование создания новых крупных степных ООПТ на эродированных низкопродуктивных, выведенных из производства участках степной пашни.

В настоящей статье рассмотрены подходы к оценке структуры современного агроландшафта Белгородской области и перспективы его оптимизации по «углеродному критерию» для целей сохранения и восстановления местных степей.

Материалы и методы. Для оценки изменчивости агроландшафта Белгородской области используется комплекс мониторинговой дистанционной информации, получаемой на платформе Европейского Космического Агентства (*European Space Agency (ESA))* на основе снимков *Sentinel* с разрешением 10 м (с начала 2000-х годов). А также цифровые модели рельефа. Первая – *ALOS Global Digital Surface Model "ALOS World 3D – 30m (AW3D30*)". Этот набор данных представляет собой глобальную цифровую модель поверхности (DSM) с горизонтальным разрешением приблизительно 30 метров (в основном 1 угловая секунда), созданную панхроматическим прибором дистанционного зондирования для стереокартирования (PRISM), который был оптическим датчиком на борту усовершенствованного спутника наблюдения за сушей "ALOS". Вторая – коллекция миссии по радиолокационной топографии шаттла (*SRTM, The Shuttle Radar Topography Mission).* Разрешение также составляет примерно 1 угловую секунду (около 30 м).

Изменчивость элементов агроландшафта – пашни, лесных насаждений, пойм, сохранившихся степей и др. фиксируется с помощью материалов глобальной платформы *LandCover (рисунок 1)*. Интерпретация данных подтверждает, что плакоры, ранее занимаемые степями, остаются эталоном географической зональности, отражая основные черты лесостепного ландшафта юго-востока Русской равнины. Приурочены к приводораздельным пространствам и представлены хорошо дренированными возвышенностями междуречий. Плакорные ландшафты, в целом по области, занимают около 30% от общей площади территории *(рисунок 2)*. Избранная верификация показала, что любой слой (пашня, степь, лес) можно использовать для такого староосвоенного региона как Белгородская область, как вполне достоверный. Не отображены в основном изменения, касающиеся последних лет, где произошла распашка заросших древесно-кустарниковой растительностью залежей.



Рисунок 1. Образ Белгородской области, полученный на платформе *LandCover.*

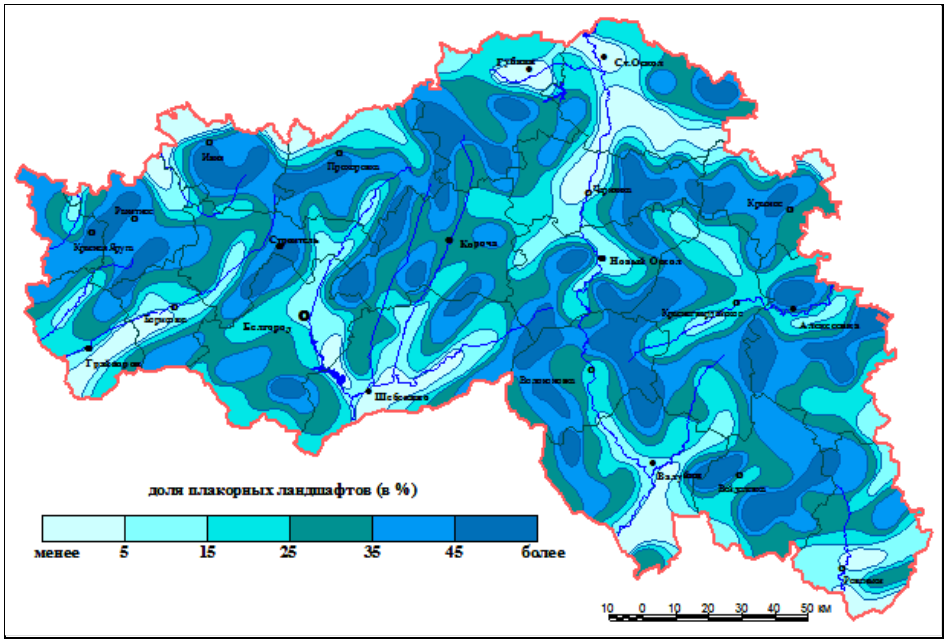


Рисунок 2. Распространение плакорных ландшафтов Белгородской области [7].

Для интеграции «углеродного критерия» в предложения по оптимизации агроландшафта и сохранению зональных степей Белгородской области использовалась широко распространенная углеродная модель RothC (Rothamsted Long Term Field Experiments Carbon Model, Углеродная модель Ротамстедского длительного полевого опыта, версия 26.3), подходящая для любых автоморфных почв. Ранее она была успешно верифицирована на примере пахотных почв Курской области [8]. Модель сейчас настроена для условий Белгородской области в соответствии с разработанной методикой [9]. В настоящем исследовании были проведены модельные эксперименты для воспроизведения основных потоков углерода – динамики почвенного органического углерода ($C_{орг}$) и эмиссии CO_2 из почвы (дыхание почвы).

В качестве объектов для рассмотрения «углеродного критерия» были выбраны целинная некосимая степь, залежь возрастом 5-10 лет и пять наиболее распространенных в Белгородской области культур – озимая и яровая пшеница, кукуруза на зерно, соя и подсолнечник, совокупная площадь которых превышает 70% пахотных земель области (более 1 тыс. га ежегодно за 2000-2020 гг.). Сведения о посевных площадях, урожайности культур и вносимых под них органических удобрениях были взяты базы данных Росстата (ЕМИСС, https://www.fedstat.ru/). В почвенном

покрове Белгородской области преобладают типичные и выщелоченные черноземы (Haplic Chernozems). Запасы $C_{орг}$ в почве и микробной биомассе пашен, залежей и степей были взяты из работы Кургановой с соавт. [10]. Расчет строился на основе средних многолетних метеоданных по станциям Валуйки и Готня за 1991-2020 гг. (ВНИИ ГМИ – МЦД, http://meteo.ru/data). В целом углеродные характеристики ландшафта (запасы и скорости депонирования Сорг и эмиссии CO_2) относятся к важным энергетическим параметрам, которые могут быть рассчитаны и по мультиспектральной дистанционной информации, например при анализе материалов сканерной съемки *Landsat 8 OLI TIRS*. Для степных ландшафтов Белгородской области и соседних областей в последние годы эти методы применяли Ю.Г. Пузаченко, А.Н. Кренке и Р.Б. Сандлевский [11, 12]. Несомненно, углеродный критерий позволяет не только выявлять актуальную структуру агроландшафта, т.к. он коррелирует с показателями продуктивности, но и мониторить ее изменчивость.

Результаты и их обсуждение. Известно, что степные экосистемы России выступают стоком углерода атмосферы, и с учетом залежных земель они ежегодно могут поглощать по разным оценкам до 100-150 Мт C-CO_2. Однако, староосвоенные черноземные регионы с высокой долей распашки и эродированных земель, как это наблюдается в Белгородской области, имею преобладание эмиссии и ежегодные потери, накопленного почвенного гумуса. Не все особенности динамики углерода здесь можно выявить дистанционно. Поэтому прямое определение баланса углерода (суммарно и отдельно для элементов агроландшафтов) является сегодня одним из самых перспективных и надежных методов оценки способности степных ландшафтов к поглощению и чистому депонированию углерода. Поскольку, величина углеродного баланса в естественных и аграрных элементах агроландшафта сильно варьирует, то для получения надежных оценок роли первых (степей) в бюджете углерода регионального агроландшафта необходимо расширять сеть прямых наблюдений за потоками CO_2 и их длительность, а главное – анализировать структуру агроландшафта для поиска направлений ее оптимизации. Наши оценки, полученные для настоящего исследования, являются экспертными и в процессе будущей работы будут уточнены на основе новых экспериментальных данных и на основе модельных расчетов.

В Белгородской области уже разработаны и внедряются проекты адаптивно-ландшафтных систем земледелия [13], позволяющие с позиций аграрного производства рекомендовать технологии, повышающие устойчивость ландшафта, поддержание плодородия почв и сохранение степей. Внедряются и некоторые элементы методологии ландшафтно-экологической оптимизации природопользования в целом [14], и *агроландшафта староосвоенных регионов черноземных областей*. Мы полагаем, что ключ к этому в условиях староосвоенного степного региона Европейской России лежит в совершенствовании самой структуры агроландшафта, Она выявляется на основе рядов мультиспектральной информации, цифровых моделей рельефа и пр., имеющихся в системе ЕФИС ЗСН картографических материалов, с использованием методов машинного обучения и непараметрического анализа для построения моделей с задачей выявления свойств агроландшафта и его отдельных элементов, а также базируясь на результатах ретроспективного анализа и пространственного синтеза изменчивости агроландшафта. Имеющиеся системы периодической кадастровой оценки и мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, включая Единую федеральную информационную систему о землях сельскохозяйственного назначения (https://efis.mcx.ru/landing/) позволяют достаточно подробно выявлять тренды в динамике структуры агроландшафта региона, качественных и количественных характеристик его пространственных элементов, в т.ч. пашни, строить карты землепользования, характеристик почв и содержания в них разных элементов питания, выявлять сохранившиеся степные участки. Исследования Института географии РАН, особенно дистанционные, дополняют такие материалы и способны количественно оценивать некоторые тренды, например, в продуктивности зональных ландшафтов. Для Белгородской области в целом тренд последнего десятилетия в продуктивности растительного покрова составил 6% [6].

Ожидаемо, запасы $C_{орг}$ в пахотных почвах Белгородской области убывают со скоростью от 0,31 до 0,59 т С $га^{-1}$ $год^{-1}$, прежде всего за счет отчуждения фитомассы при уборке урожая. Полученные результаты сопоставимы с потерями углерода из пахотных черноземов Курской области – 0,20-0,50 т С $га^{-1}$ $год^{-1}$ [8]. Полученные данные акцентируют внимание на возможности при составлении севооборотов увеличить количество культур, способствующих наименьшему снижению запасов $C_{орг}$. Накопление $C_{орг}$ возможно только на некосимой степи, углеродный цикл которой замкнут, а отмирающая фитомасса вовлекается в почвенные процессы деструкции. Таким образом, второй способ восполнить недостаток углерода в пахотных почвах состоит в засеве их

многолетними травами или сидератами, фитомасса которых будет запахиваться. Потери углерода из почвы молодых залежей объясняются постепенным ростом фитомассы, количества которой пока недостаточно для восполнения дефицита $C_{орг}$, образовавшегося в результате сельскохозяйственного использования.

Наиболее интенсивная эмиссия CO_2 из почвы отмечается в природных экосистемах – более 5 т С га$^{-1}$ год$^{-1}$. Это обусловлено как наибольшими запасами $C_{орг}$ и микробной биомассы, так и активным развитием корней, дыхание которых является одним из важнейших компонентов дыхания почвы. Эмиссия CO_2 из пахотных почв колеблется в интервале 3,44-4,58 т С га$^{-1}$ год$^{-1}$.

Одной из ключевых проблем Белгородской области является отсутствие или недостаточное внесение органических удобрений на пашню (5-8 т/га), что в пересчете на углерод составляет примерно 400-660 кг С/га. При таком их количестве потери $C_{орг}$ из почвы сокращаются лишь на 0,02-0,04 т С га$^{-1}$ год$^{-1}$, а эмиссия CO_2 незначительно увеличивается на 0,05-0,10 т С га$^{-1}$ год$^{-1}$. Таким образом, есть возможность восполнить пул $C_{орг}$ в пахотных почвах, в том числе и за счет увеличения количества вносимых органических удобрений, но в целом для оптимизации агроландшафта по «углеродному критерию» возможно использование выведения из оборота малопродуктивной пашни с ее зацеливанием и в перспективе включением в этих участков в ООПТ. Скорости накопления углерода в восстановительной сукцессии позволят решать эту проблему эффективно.

Заключение. В заключении отметим, что использование двух рассмотренных в докладе подходов для сохранения и восстановления зональных степей в староосвоенных черноземных регионах европейской России – оптимизации структуры агроландшафта и применение «углеродного критерия» – наиболее перспективные и для расширения площадей степных ООПТ и для сохранения пуля степного биоразнообразия. Белгородская область – идеальный модельный регион для решения этих проблем.

Работа выполнена в рамках договора Института географии РАН и НИУ БелГУ «Выполнение работ по агроэкологической оценке сельскохозяйственных земель Белгородской области и разработке методов управления гидролого-геохимическими процессами и восстановления водного режима» (2023) и по теме Государственного задания Института географии РАН №№ FMGE-2024-0007.

Список литературы

1. Тишков А.А., Некрич А.С. Факторы территориальной дифференциации агроландшафта и перспективы сохранения степей белгородской области // Аридные экосистемы. 2022. № 2(91). С. 13-26.

2. Природная среда Европейской части СССР (опыт регионального анализа). М.: Институт географии АН СССР, 1989. 230 с.

3. Чендев Ю.Г., Хохлова О.С., Александровский А.Л. Агрогенная эволюция автоморфных черноземов лесостепи (Белгородская область) // Почвоведение. 2017. № 5. С. 515-531.

4. Smelansky I.E., Tishkov A.A. The Steppe Biome in Russia: Ecosystem Services, Conservation Status, and Actual Challenges // Eurasian Steppes. Ecological Problems and Livelihoods in a Changing World, Plant and Vegetation. 2012. Vol. 6. P. 45-101.

5. Tishkov A.A., Belonovskaya E.A., Zolotukhin N.I., Titova S.V., Tsarevskaya N.G., Chendev Yu.G. Preserved Sections of Steppes as the Basis for the Future Ecological Framework of Belgorod oblast // Arid Ecosystems. 2020. No 10. P. 36-43.

6. Тишков А.А., Кренке А.Н., Титова С.В., Белоновская Е.А., Царевская Н.Г. Изменения надземной фитомассы экосистем Северной Евразии в XXI веке // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2021. Т. 497. № 2. С. 193-198.

7. Юдина Ю.В. Картографирование геосистем Белгородской области: региональные особенности // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=10909 (дата обращения: 11.01.2024).

8. Суховеева О.Э., Золотухин А.Н., Карелин Д.В. Климатообусловленные изменения запасов органического углерода в пахотных черноземах Курской области // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 2 (83). С. 72-79. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10098.

9. Суховеева О.Э. В помощь к использованию модели RothC в России: методика подготовки входной информации // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2020. Т. 32. № 3-4. С. 133-148. DOI: 10.21513/0207-2564-2020-3-133-148.

10. Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Мостовая А.С., Овсепян Л.А., Телеснина В.М., Личко В.И., Баева Ю.И. Влияние процессов естественного лесовосстановления на микробиологическую активность пост-агрогенных почв европейской части России // Лесоведение. 2018. № 1. С. 3-23. DOI: 10.7868/S0024114818010011.

11. Пузаченко Ю.Г., Кренке А.Н., Пузаченко М.Ю. Сандлерский Р.Б., Широня И.И. Оценка термодинамических параметров ландшафтного покрова по мультиспектральным измерениям отражённой солнечной радиации Landsat на основе неэкстенсивной статистической механики // Докл. Акад. наук. 2019. Т. 487(3). С. 310-316. https://doi.org/10.31857/S0869-56524873310-316.

12. Sandlerskiy R.B., Stefanov S.V., Puzachenko Y.G., Puzachenko M.Y. Multifunctional landscape assessment // Implementation of landscape ecological knowledge in practice / The 1-st EALE-Europe thematic symposium proceedings. Poznan, June 16-19.06.2010. Poznan: Wydawnictwo Naukowe UAM, 2010. P. 178-182.

13. Адаптивно-ландшафтное земледелие: вызовы XXI века / Сб. докл. Межд. научно-практ. конф. / Курск: «Курский федеральный аграрный научный центр»; Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии, 2018. 335 с.

14. Кирюшин В.И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С. 3-8.

УДК 902/904
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1309-1313

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ИСТОРИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

GEOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL ASPECT OF HISTORICAL AND METALLURGICAL RESEARCH

Ткачев В.В.
Tkachev V.V.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: vit-tkachev@yandex.ru

Аннотация. В работе представлены результаты анализа историко-металлургических и геолого-географических данных, свидетельствующих о высокой степени корреляции пространственных параметров таксономических единиц, отражающих геоархеологический аспект исследований древнего металлопроизводства, геологических рудоносных структур и ландшафтных единиц физико-географического районирования. Методологической основой исследования стали методы горной и ландшафтной археологии. Выделенные в пределах степного пояса Евразии для эпохи раннего металла (энеолит – бронзовый век) горно-металлургические области (Уральская, Казахстанская, Алтайская и др.) соответствуют физико-географическим горным или складчатым странам, включая относительно ровные участки предгорий и межгорных котловин. Для выделения горно-металлургических центров принципиальное значение имеет их приуроченность к обособленным физико-географическим подразделениям уже другого порядка, именуемым областями или провинциями (подобластями), при этом важным критерием является приуроченность геоархеологических объектов к рудоносным комплексам, имеющим различную геологическую позицию и возраст. С горно-металлургическими районами соотносятся физико-географические округа и районы.

Ключевые слова: геоархеология, физико-географическое районирование, медные руды, бронзовый век, горно-металлургические области и центры.

Abstract. The paper presents the results of the analysis of historical-metallurgical and geological-geographical data, indicating a high degree of correlation of spatial parameters of taxonomic units, reflecting the geoarchaeological aspect of studies of ancient metal production, geological ore-bearing structures and landscape units of physical and geographical zoning. The methodological basis of the research was the methods of Mining and Landscape Archaeology. The mining and metallurgical regions allocated within the steppe belt of Eurasia for the Early Metal Epoch (Eneolithic – Bronze Age) (Ural, Kazakhstan, Altai, etc.) correspond to physico-geographical mountainous or folded countries, including relatively flat areas of foothills and intermountain basins. To identify mining and metallurgical centers, it is of fundamental importance that they are confined to isolated physical and geographical divisions of a different order, called regions or provinces (subdistricts), while an important criterion is the confinement of geoarchaeological objects to ore-bearing complexes with different geological position and age. Physical and geographical districts and districts are correlated with mining and metallurgical districts.

Key words: geoarchaeology, physical and geographical zoning, copper ores, Bronze Age, mining and metallurgical regions and centers.

Введение. Историко-металлургические исследования эпохи раннего металла (энеолит – бронзовый век) в настоящее время вышли далеко за рамки изучения древних производств. Это обусловлено тем, что на заре становления металлопроизводства указанная отрасль играла ключевую роль в социально-экономическом развитии не только передовых регионов, где произошло становление первых цивилизаций, но периферийных районов степного пояса Евразии. Здесь сложились оригинальные хозяйственно-культурные модели, основанные на мобильных формах скотоводства, гармонично сочетавшихся с горно-металлургическим производством, основанным на технологических алгоритмах многоступенчатого пирометаллургического передела преимущественно вторичных сульфидов меди [1, 2].

Для систематизации колоссального массива данных по древнему металлопроизводству принципиальное значение имеет историко-металлургическая таксономия. К числу опорных понятий, прочно вошедших в исследовательскую практику, относятся термины «горно-металлургическая область» и «горно-металлургический центр», предложенные

основоположником историко-металлургического направления в нашей стране Е.Н. Черных еще в конце 1960-х – начале 1970-х гг. [3, 4]. Речь в данном случае идет о геолого-географических зонах, обладающих богатыми рудными ресурсами, доступными для разработки в древности. При этом различия в характеристиках указанных историко-металлургических подразделений минимальны и практически сводятся лишь к разной масштабности. Как правило, в пределах каждой горно-металлургической области выделяется серия горно-металлургических центров. Выдающиеся открытия последних десятилетий диктуют необходимость не только уточнения и конкретизации указанных дефиниций, но и введения новых таксономических единиц, таких, например, как «горно-металлургические районы» [5].

В этих условиях на первый план выходит проблема определения объективных критериев для выделения тех или иных историко-металлургических таксонов. Учитывая геоархеологическую природу обсуждаемых понятий, определяющую роль играет их сопоставление с подразделениями физико-географического районирования, а также относительно обособленными локальными ландшафтными комплексами. Геоархеологические производственные объекты представлены рудниками на площади месторождений и рудопроявлений меди, олова и других полезных ископаемых, являющихся сырьевыми ресурсами, необходимыми для организации горно-металлургического производства в древности. Поэтому еще одним важным аспектом выступает приуроченность горнорудных объектов к геологическим структурам различного характера и возраста.

Материалы и методы. В работе анализировались пространственные параметры горнодобывающих производственных структур крупнейших историко-металлургических систем эпохи раннего металла Евразии – Циркумпонтийской и Западноазиатской (Евразийской) металлургических провинций [6, 7]. Наиболее информативными и детально исследованными являются горно-металлургические области и центры Урало-Казахстанского региона, поэтому они выступили опорными исследовательскими полигонами.

В качестве методологической основы исследовательской программы были выбраны методы горной археологии (Mining Archaeology). Первоначально этот раздел археологии был сконцентрирован на междисциплинарном исследовании горнодобывающих технологий, используемых в прошлом, лишь частично затрагивая социально-экономические и культурные аспекты этих практик. Но с течением времени объектами изучения горной археологии стали и другие звенья производственной цепочки операций (Chaîne Operatoire), включая переработку, торговлю, использование сырья, и связанные с ними идеологические, социальные и пространственные сферы человеческой деятельности [7].

Учитывая повсеместную сопряженность древних рудников и других производственных горно-металлургических объектов с синхронными археологическими памятниками различных категорий (поселениями, могильниками, мемориальными и культовыми комплексами) в ходе исследования был реализован комплексный подход, успешно применяемый в ландшафтной археологии (Landscape Archaeology), обособившейся как самостоятельное направление в середине 1970-х от археологии поселений (Settlement Archaeology), испытав значительное влияние идей постпроцессуализма [8]. Наиболее динамично ландшафтный подход к изучению памятников древней истории развивается в США, Австралии и Европе [9-11]. В целом становление этого направления стало закономерным итогом адаптации в археологическом контексте концепции культурного ландшафта, разработанной изначально в географии, а затем внедренной в исследовательскую практику философии, культурологии, этнологии, лингвистики, социологии. Поэтому иногда данный подход именуют археологией культурного ландшафта.

Результаты исследований и их обсуждение. На макроуровне наиболее масштабной таксономической единицей, отражающей геоархеологический аспект историко-металлургических исследований, является горно-металлургическая область. В пределах степного пояса Евразии для эпохи раннего металла выделено несколько горно-металлургических областей: Уральская, Казахстанская (Центрально-Казахстанская), Алтайская и др. [6]. Нетрудно заметить, что эти историко-металлургические подразделения соответствуют физико-географическим горным или складчатым странам, либо их обособленным частям. В частности, в приведенном перечне такое соответствие демонстрируют Уральская, Казахстанская (Казахский мелкосопочник или Сарыарка), Алтайская (Алтайско-Саянская) физико-географические страны. Следует отметить, что в обоих случаях, помимо основных горных хребтов указанные подразделения включают межгорные котловины и относительно ровные участки предгорий, где также присутствуют месторождения и рудопроявления, обычно осадочного происхождения,

связанные с разрушением и сносом исходных рудоносных комплексов, как, например, медистые песчаники и сланцы Приуралья. Примечательно, что в современной географической литературе, посвященной физико-географическому районированию, Уральскую страну называют горно-равнинной [12].

Для выделения горно-металлургических центров принципиальное значение имеет их приуроченность к относительно обособленным физико-географическим подразделениям уже другого порядка, именуемым провинциями или областями. Учитывая тенденцию к более дробным градациям такого рода таксономических единиц, иногда горно-металлургические центры могут включать несколько физико-географических областей и провинций (подобластей). Так, некогда единая Уральско-Мугоджарская низкогорная провинция [13], в пределах которой выделен одноименный горно-металлургический центр [14], в настоящее время в работах исследователей рассматривается в рамках двух физико-географических областей – Приюжноуральской и Мугоджарской, включающих в себя по четыре подобласти (провинции) каждая. Новые подходы основаны на синхронизированном анализе орографии, широтной зональности и высотной поясности, что предопределило более дифференцированную систему единиц районирования ландшафтной структуры Уральской физико-географической страны [12]. С учетом столь дробного физико-географического районирования, определение ареалов горно-металлургических центров в ряде случаев целесообразно осуществлять в рамках более крупных подразделений (зон), таких как Северный, Средний, Южный Урал и т. п.

В настоящее время на Урале выделены Приуральский, Уральско-Мугоджарский, Зауральский и Среднеуральский горно-металлургические центры. В пределах Казахстанской горно-металлургической области уверенно обособляются Кокшетауский, Баянаульский, Успенско-Каркаралинский, Жезказган-Улытауский, Северо-Бетпакдалинский, Балхашский центры. Самостоятельные горно-металлургические центры известны также на Алтае, Тянь-Шане, в Средней Азии. Все перечисленные историко-металлургические образования надежно соотносятся с обособленными физико-географическими единицами районирования уровня областей или провинций.

Здесь уместно особо отметить высокую степень информативности геологической информации, также позволяющей установить объективные критерии для выделения горно-металлургических центров. В этом плане весьма показательна ситуация с определением ареалов Приуральского и Уральско-Мугоджарского горно-металлургических центров в южных отрогах Уральских гор. Трансграничная территория указанных историко-металлургических образований одновременно является границей между пермскими отложениями и геологическими структурами каменноугольной и девонской систем палеозоя [15]. Рудоносные комплексы в медистых песчаниках и сланцах степного Приуральского горно-металлургического центра связаны с казанским и татарским ярусами поздней перми [16, 17], в то время как месторождения и рудопроявления меди Уральско-Мугоджарского горно-металлургического центра приурочены к различным геологическим структурам офиолитового пояса Урала, относящихся преимущественно к девонскому времени. Здесь выделяются меднорудные комплексы в гипербазитах и тальк-карбонатных породах, пироксенитах, базальтах и яшмах, контактовых зонах гранитоидов [18]. Геоархеологические рубежи степного Приуральского и Уральско-Мугоджарского горно-металлургических центров соответствуют линии разграничения Сыртово-Предуральской и Центрально-Приюжноуральской физико-географических провинций.

Исходным историко-металлургическим подразделением геоархеологического характера, стоящим в начале таксономического ряда, является горно-металлургический район, под которым понимается обособленный участок компактной локализации древних рудников и связанных с ними археологических памятников. Работа по их выделению проведена пока лишь в степном Приуральском и Уральско-Мугоджарском горно-металлургических центрах. В степном Приуралье древние рудники, приуроченные к позднепермским рудоносным комплексам, концентрируются в пяти горно-металлургических районах: Каргалинском, Сакмаро-Юшатырском, Урало-Сакмарском, Уральском левобережном, Верхнеилекском. В пределах офиолитового пояса Уральско-Мугоджарского региона медные рудники, имеющие разные позиции в геологических структурах девонского времени, сосредоточены в шести горно-металлургических районах: Центрально-Приюжноуральском, Домбаровском, Средне-Орском, Верхне-Орском, Восточно-Мугоджарском, Южно-Мугоджарском (Берчогурском).

В случае с горно-металлургическими районами тоже можно констатировать соответствие их ареалов относительно обособленным ландшафтным единицам физико-географического

районирования, таким как округа и районы. Так, например, в степном Приуралье Уральский левобережный горно-металлургический район в пределах подзоны южной степи в целом соотносится в физико-географическом отношении с Донгуз-Приуральским долинно-террасовым и Донгуз-Буртинским сыртово-увалистым районами Урало-Илекского (Подуральского) округа Общесыртовско-Предуральской возвышенной провинции. В подзоне северной степи Урало-Сакмарский горно-металлургический район располагается в территориальных пределах Нижнесакмаро-Уральского сыртово-увалистого района Сакмаро-Предуральского округа. В Уральско-Мугоджарском регионе Домбаровский горно-металлургический район локализуется в подзоне южной степи в пределах Нижнеорьского плакорно-террасового и Верхнекумакского увалисто-останцового районов Орь-Кумакского округа Зауральской (Урало-Тобольской) высоко-равнинной провинции. Центрально-Приюжноуральский горно-металлургический район практически целиком охватывает все физико-географические районы Саринско-Губерлинского округа Центрально-Приюжноуральской (Уральско-Мугоджарской) низкогорной провинции (подобласти) Приюжноуральской области [12, 19]. Список таких сопоставлений можно продолжить.

Заключение. Таким образом, анализ историко-металлургических и геолого-географических данных свидетельствует о высокой степени корреляции пространственных параметров таксономических единиц, отражающих геоархеологический аспект исследований древнего металлопроизводства, геологических рудоносных структур и ландшафтных единиц физико-географического районирования. Элементам историко-металлургического таксономического ряда горно-металлургические области – горно-металлургические центры – горно-металлургические районы соответствуют физико-географические подразделения: страны – области и провинции (подобласти) – округа и районы.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 21-78-20015 «Технологии горно-металлургического производства бронзового века в эволюции культурно-исторического ландшафта Уральского региона», госзадания № АААА-А21-1210111900016-1.

Список литературы

1. Богданов С.В. Технологические алгоритмы пастушеской модели металлопроизводства бронзового века степных регионов Северной Евразии // Уральский исторический вестник. 2020. № 4 (69). С. 6-14.

2. Tkachev V.V. Local versions realizing the pastoral model of metal production in conditions of the steppe ecosystems in the Urals-Mugodzhary region in the Late Bronze Age // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 817, Ninth International Symposium «Steppes of Northern Eurasia», 7-11 June 2021, Orenburg, Russian Federation. Orenburg: IOP Publishing, 2021. P. 012107.

3. Черных Е.Н. О терминах «металлургический центр», «очаг металлургии» и других // Советская археология. 1967. № 1. С. 295-301.

4. Черных Е.Н. Древнейшая металлургия Урала и Поволжья. М.: Наука, 1970. 180 с.

5. Богданов С.В., Ткачев В.В., Юминов А.М., Авраменко С.В. Геоархеологическая система исторических медных рудников Приуральского (Каргалинского) степного горно-металлургического центра // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: Институт минералогии УрО РАН, 2018. С. 121-133.

6. Черных Е.Н. Металлургические провинции и периодизация эпохи раннего металла на территории СССР // Советская археология. 1978. № 4. С. 53-82.

7. Černych E. Die Eurasische (Westasiatische) metallurgische provinz der spätbronzezeit: aufstieg – blüte – niedergang // Unbekanntes Kasachstan – Archäologie im Herzen Asiens. Katalog der Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum vom 26. Januar bis zum 30. Juni 2013. Band I. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum, 2013. P. 185-200.

8. Stöllner T.R. Chapter 7. Methods of Mining Archaeology (Montanarchäologie) // Archaeometallurgy in Global Perspective. Methods and Syntheses / Roberts B.W. & Thornton C.P. (eds). New York; Heidelberg; Dordrecht; London: Springer, 2014. P. 133-159.

9. Корякова Л.Н. Формирование и развитие археологии поселений (зарубежный опыт) // Уральский исторический вестник. 2012. № 4. С. 4-13.

10. Knapp A.B., Ashmore W. Archaeological Landscapes: Constructed, Conceptualized, Ideational // Archaeologies of Landscape: Contemporary Perspectives / Ashmore W. & Knapp A. B. (eds). Oxford: Blackwell, 1999. P. 1-30.

11. Anschuetz K.F., Wilshusen R.H. & Scheick C.L. An Archaeology of Landscapes: Perspectives and Directions // Journal of Archaeological Research. 2001. Vol. 9. No. 2. P. 157-211.

12. Handbook of Landscape Archaeology / David B. & Thomas J. (eds) / Research handbooks in archaeology. World Archaeological Congress research handbooks in archaeology. California: Left Coast Press, 2008. Vol. 1. 719 p.

13. Чибилев А.А., Чибилев Ант.А. Природное районирование Урала с учетом широтной зональности, высотной поясности и вертикальной дифференциации ландшафтов // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14. №1 (6). С. 1660-1665.

14. Макунина А.А. Ландшафты Урала. М.: Изд-во МГУ, 1974. 158 с.

15. Ткачев В.В. Уральско-Мугоджарский горно-металлургический центр эпохи поздней бронзы // Российская археология. 2011. № 2. С. 43-55.

16. Шакиров А.В. Физико-географическое районирование Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 617 с.

17. Каргалы. Т. I. Геолого-географические характеристики: История открытий, эксплуатации и исследования: Археологические памятники / Сост. и науч. ред. Е.Н. Черных. М.: Языки славянской культуры, 2002. 112 с.

18. Юминов А.М., Богданов С.В., Ткачев В.В., Авраменко С.В., Манбетова Г.Р. Геохимическая характеристика руд исторических медных рудников степного Приуралья // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. Миасс: Институт минералогии УрО РАН, 2017. С. 118-123.

19. Юминов А.М., Зайков В.В., Коробков В.Ф., Ткачев В.В. Добыча медных руд в бронзовом веке в Мугоджарах // Археология, этнография и антропология Евразии. 2013. № 3 (55). С. 87-96.

20. Географический атлас Оренбургской области / Науч. ред. А.А. Чибилев. М.: Оренб. кн. изд-во; Изд-во ДИК, 1999. 96 с.

УДК574.42+58.073+581.524.33
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1314-1321

ВЛИЯНИЕ ДОМАШНИХ И ДИКИХ КОПЫТНЫХ НА СТЕПНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ (НА ПРИМЕРЕ ОХРАННОЙ ЗОНЫ ДАУРСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА)

INFLUENCE OF DOMESTIC AND WILD UNGULATES ON STEPPE VEGETATION (BASED ON THE EXAMPLE OF THE BUFFER ZONE OF THE DAURSKY BIOSPHERE RESERVE)

Ткачук Т.Е.[1,2], Казанов А.А.[1]
Tkachuk T.E.[1,2], Kazanov A.A.[1]

[1]Забайкальский государственный университет, Чита, Россия
[2]Государственный природный биосферный заповедник «Даурский», Забайкальский край, Россия
[1]Transbaikal State University, Chita, Russia
[2]Daursky State Nature Biosphere Reserve, Zabaikalsky kray, Russia

E-mail: tetkachuk@yandex.ru

Аннотация. Резкая континентальность климата Даурии делает наиболее эффективным способом сельскохозяйственного освоения степей пастбищное скотоводство. Одновременный рост в российской части Даурии поголовья дзеренов и скота во влажный период 30-летнего климатического цикла порождает вопросы о влиянии на степные экосистемы тех и других.

Приводятся и анализируются данные полевых исследований влияния домашнего скота и дзеренов на ковыльные степи в охранной зоне Даурского заповедника. Выявлено, что пастьба дзеренов в отсутствие скота существенно влияет только на количество ветоши, процент задерненности и участие злаков в сложении травостоя. Следствием этого является перераспределение конкурентных отношений в пользу разнотравья и поддерживает видовое разнообразие. Уровень пастбищного воздействия дзеренов оценен нами как слабый.

Выпас скота сильно влияет на большее количество показателей: количество ветоши и подстилки, состав доминантов, число видов, видовой состав сообществ. Умеренным изменениям подвержены проективное покрытие и высота травостоя. Между скотоводческими стоянками, расположенными в 3 км друг от друга, наблюдается уровень пастбищной дигрессии от слабого до сбоя. Скот при плотности, сопоставимой с плотностью дзеренов оказывает более сильное влияние на степные сообщества: слабое при воздействии дзеренов, от умеренного до сильного при воздействии скота.

Ключевые слова: степи, растительность, копытные, дзерены, домашний скот.

Abstract. In the markedly continental climate of Dauria the pastural cattle breeding is the most effective way of steppes agricultural use. The simultaneous increase in number of mongolian gazelle and livestock in the Russian part of Dauria during the wet period of the 30-year climate cycle raises questions about the impact of both on the steppes.

Field studies of the livestock and gazelles influence on steppes in the buffer zone of the Daursky Reserve are presented. It was revealed that gazelles grazing without livestock significantly affects only the dead grass amount, the turf percentage and the grasses amount in the grassstand. The consequence of these is a shift of competition in favor of forbs and maintains species diversity. The gazelles pasture impact level is weak.

Livestock grazing hardly influences larger number of indicators: the dead grass and litter amount, predominants, species number and composition. The projective cover and grass stand height are subject to moderate changes. Between livestock farms located 3 km from each other, the level of pasture digression varies from weak to hard poaching. Livestock at a density comparable to that of gazelles has a stronger impact on steppes: from moderate to strong versus weak under influence of gazelles.

Key words: steppes, vegetation, ungulates, Mongolian gazelle, livestock.

Введение. Степи Даурии и Монголии – не только самый крупный в мире массив целинных степей, но и регион, где в составе степных экосистем сохранились дикие копытные. Копытные являются важной частью степных экосистем, участвуя в круговороте веществ и формировании среды обитания растений и животных. 300 лет назад в степных и лесостепных районах Забайкалья водилось несколько видов диких копытных. П.С. Паллас [1] в конце 18 века еще застал баранов аргали, редких тогда куланов и многочисленных дзеренов. Под напором цивилизации дольше всех «продержались» дзерены, которые полностью исчезли на территории России в 1970-х гг. В процессе освоения степных ландшафтов и наступления человека на степь стада диких копытных почти повсеместно оказались замещены домашним скотом. В 21 веке

дзерены появились в российской части Даурии вновь. Резкая континентальность климата Даурии с малоснежными зимами и периодическими засухами при почти повсеместном распространении каменистых маломощных почв с одной стороны, делает земледелие малоэффективным и рискованным, с другой стороны дает возможность использовать пастбища круглогодично. Исторически и в современных условиях наиболее природосообразным и эффективным способом сельскохозяйственного освоения даурской степи оказалось пастбищное скотоводство.

Особую роль в жизни ландшафтов Даурии играют 30-летние климатические циклы со сменяющими друг друга засушливыми и влажными фазами [2-5]. Засуха начала 2000-х гг. вкупе с социально-экономической обстановкой тех лет вызвала резкое снижение поголовья скота. С середины 2010-х гг. с увеличением количества осадков и улучшением кормовых условий поголовье скота растет, увеличивается количество действующих скотоводческих стоянок. Местами при большой плотности стоянок и скота проблемой становится пастбищная дигрессия.

Климатические циклы причастны и к возвращению дзеренов в Забайкалье. В начале 2000-х гг. дзерены появились на юге Забайкальского края в связи чередой засушливых лет, заставившей их мигрировать на север Монголии и далее на территорию России. Усилиями сотрудников Даурского заповедника удалось не только сохранить группировку мигрантов, но и задержать их на территории заповедника, создав условия для размножения. Животные этой группировки успешно размножаются и постепенно расселяются за пределами заповедника и территорий, подконтрольных заповеднику [6]. Для охраны многочисленной группировки вдоль госграницы к востоку от заповедника был создан заказник федерального значения «Долина дзерена». Ожидалось, что при наступлении влажной фазы цикла дзерены начнут обратную миграцию на юг. Однако, случилось прямо противоположное: за последние несколько лет численность антилоп на юге Забайкалья вновь сильно возросла за счет новой мощной миграционной волны из Монголии, где сильнейшую конкуренцию дзеренам создает домашний скот, так же возросший в численности во влажные годы. В результате дзерены расселились далеко на север, до лесостепных районов, местами достигая большой плотности.

Таким образом, в текущую влажную фазу климатического цикла в регионе наблюдается одновременный рост поголовья дзеренов и скота. Такая ситуация порождает определенные противоречия. В частности, среди скотоводов бытует мнение о дзеренах как о серьезных конкурентах, которые выедают пастбища, не оставляя травы домашним животным. Эти настроения подогреваются охотничьим лобби. Необходимость разобраться в этой проблеме заставила нас начать ее исследование.

Материалы и методы. Исследование проводилось в охранной зоне Даурского заповедника, на Кулусутайском участке. Согласно «Положению об охранной зоне…» [7] Изучение влияния дзеренов на степные сообщества проводилось в июле 2021 г. между озерами Зун-Торей и Барун-Торей, на невысокой г. Тэли (относительное превышение около 30 м). Первая половина лета в 2021 г. была очень влажной, поэтому травостой в степях был хорошо развит. На момент исследования плотность дзеренов в этом месте была одной из самых высоких на российской территории. При этом выпас домашних животных почти отсутствовал, кроме небольшого количества коней. В привершинной пологой части северо-восточного склона часть территории огорожена; здесь выпас каких бы то ни было копытных отсутствует. В ковыльной (*Stipa krylovii* Roshev) степи внутри ограждения в качестве контроля без влияния выпаса была заложена площадка размером 100 м². За пределами ограждения заложили две пробных площади 10×10 м в аналогичных сообществах. Сообщества-аналоги подбирали максимально сходные как по составу и структуре фитоценоза, так и по характеристикам местообитания: положение в рельефе, уклон, микрорельеф, механический состав почвы (слабокаменистый средний суглинок). На пробных площадках проводили геоботаническое описание, определяли задерненность и смытость почвы. Кроме того, в каждом сообществе определяли запас надземной фитомассы и ветоши методом укосов на площадках 0,5 м² в четырехкратной повторности. Относительную плотность копытных определяли за пределами загородки путем подсчета кучек помета в полосе 150×1,5 м. Плотность помета дзеренов составила 12/100 м², количество помета коней было незначительным, <1/100 м².

Влияние домашнего скота на степные сообщества изучали в июле 2023 г. на трансекте, проложенной от одной скотоводческой стоянки к другой, находящихся к северо-западу от оз. Зун-Торей на расстоянии 3 км друг от друга. Данная территория представляет собой холмистую равнину со слабокаменисстыми супесчаными и суглинистыми почвами. В растительном покрове преобладают разнотравно-крыловоковыльные и разнотравно-вострецово-крыловоковыльные

степи. Для закладки трансекты был выбран участок насколько возможно однородный по абсолютным высотам местности, почвенным условиям и растительности. Количество скота на стоянках по концам трансекты немного различалось. На первой стоянке (около точки С1) было учтено 80 коров, 200 овец, 20 коз, 20 лошадей; на второй (около точки С6) 120 коров, 150 овец, 40 лошадей. Параметры, прямо характеризующие пастбищную нагрузку на трансекте, приведены в *таблице 1*.

Таблица 1

Показатели пастбищной нагрузки на трансекте

Точки трансекты	С1	С2	С3	С4	С9	С8	С7	С5	С6
Расстояние до ближайшей стоянки, м	100	200	700	1500	900	500	400	200	100
Помет МРС, шт/100 кв.м	1000	400	2	0	8	6,5	2	7	800
Помет КРС, шт/100 кв.м	20	21,5	7,5	2	8	9	8,5	17	85
Помет коней, шт/100 кв.м	0	0	6,5	6	3	2	1	1,5	20
Помет дзеренов, шт/100 кв.м	0	0	0,5	0,5	1,5	0	0	0	0
Объедено травы, %	80	70	40	0,5	20	20	20	80	30

Количество помета дает приблизительное представление о распределении скота в пространстве. По мере удаления от стоянок общая плотность скота закономерно убывает. Исключение составляют точки С7-С9. В точке С7, хотя и расположенной ближе к стоянке, пастбищная нагрузка ниже, чем в С8 и С9, т.к. на участке, где расположена точка С7, из-за большего уклона поверхности, до 20°, животные проходят его транзитом, а затем задерживаются на горизонтальном участке, где расположены точки С8 и С9. Разные виды животных ведут себя по-разному. Наибольшую численность на стоянках имеют овцы; из всех видов скота они наименее склонны к дальним перемещениям, поэтому их помет в большом количестве концентрируется недалеко от стоянок, в основном до 200 м, где и создается наибольшая пастбищная нагрузка. Крупный рогатый скот отличается большей подвижностью, его помет распределяется практически по всему пространству между стоянками, но главным образом в радиусе 500 м. Для коней, больше, чем для других видов скота, характерны дальние и постоянные перемещения, в результате чего вблизи стоянок они находятся непродолжительное время, а пасутся на большом удалении от них. Прямым показателем уровня пастбищной нагрузки на момент наблюдения является процент травы с признаками обкусывания копытными. Закономерность увеличения этого показателя по мере приближения к стоянкам вновь нарушается в точках С7-С9, о чем уже говорилось выше и в точке С6, ближайшей к стоянке. В последнем случае плохая поедаемость травы связана с высоким обилием маревых, полыни Сиверса и других плохо поедаемых растений.

В каждой из девяти точек трансекты проводили геоботаническое описание и брали укосы надземной фитомассы, как описано выше. Относительную плотность копытных в каждой точке трансекты определяли путем подсчета количества экскрементов. Ступени пастбищной дигрессии определяли по комплексу критериев [8].

Результаты исследований и их обсуждение. Заметнее всего влияние выпаса копытных на продукционные характеристики растительных сообществ.

На *рисунке 1* показаны различия запасов сухой надземной фитомассы и ветоши в исследованных сообществах на г. Тэли. Запас ветоши в сообществах при пастьбе дзеренов на 48% и 20% меньше, чем полностью без выпаса. Количество ветоши снижается как за счет более медленного ее накопления из-за поедания зеленых частей растений, так и за счет вытаптывания. При полном отсутствии выпаса происходит накопление ветоши, особенно ветоши злаков, что снижает конкурентоспособность многих других видов, препятствуя росту годичных побегов и прорастанию семян. С другой стороны, большие запасы ветоши в пожароопасный период года способствуют более устойчивому горению этого материала, чем при низких запасах, а значит более глубокому прогоранию дернины и почвы и распространению пожаров на большие расстояния. Зеленая фитомасса без выпаса ниже, но всего на несколько процентов: на 4% и 7% соответственно, что не превышает изъятия растительной массы дзеренами, выявленного в Восточной Монголии и достигающего там 13% [9]. В структуре зеленой фитомассы в разных сообществах имеются различия *(рисунок 2),* которые можно отнести на счет пастьбы дзеренов.

Так, надземная масса злаков при пастьбе в 4 и 1,4 раза ниже, чем в контроле. Сухая масса единственного вида осок, – *Carex duriuscula* С.А.Меу., – наоборот, в контроле намного меньше: в 15 и 6,7 раза. Этот вид известен выносливостью к выпасу [10] и необычайно большое количество осадков в первой половине лета вызвало мощный рост побегов осоки. Сухая масса разнотравья без выпаса лишь немного ниже, чем при воздействии дзеренов.

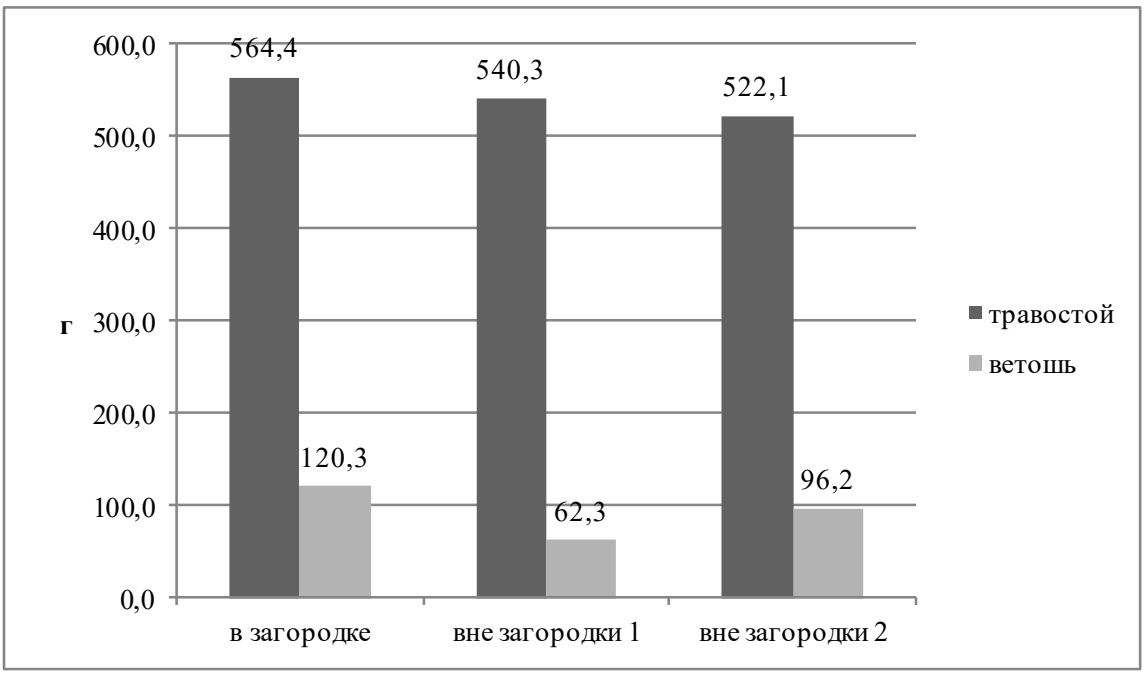


Рисунок 1. Запас сухой зеленой фитомассы и ветоши в сообществах на г. Тэли в отсутствие копытных и при пастьбе дзеренов.

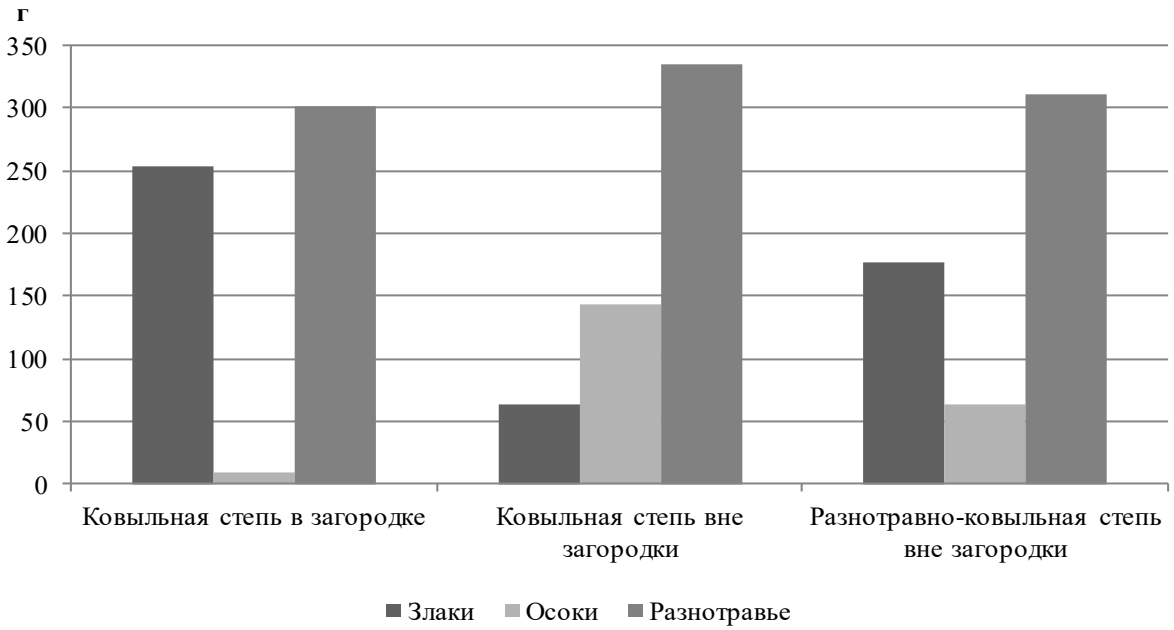


Рисунок 2. Структура сухой зеленой фитомассы ветоши в сообществах на г. Тэли в отсутствие копытных и при пастьбе дзеренов.

Следовательно, в наибольшей степени пастьба дзеренов сказывается на количестве ветоши и структуре зеленой массы: за счет снижения участия злаков улучшаются конкурентные условия для видов других групп.

Рассмотрим теперь данные по укосам в сообществах между скотоводческими стоянками *(рисунок 3)*. Как и в случае с дзеренами, влияние выпаса скота на запасы ветоши оказывается более выраженным, чем на запасы зеленой массы. Минимальные запасы ветоши мы наблюдаем вблизи стоянок, максимальные – в точках С3 и С4. Последняя точка – самая удаленная от обеих стоянок. Общую закономерность нарушают точки С3, С7 и С9, что можно объяснить рельефом, который влияет и на условия произрастания растений, и на перемещения и пищевое поведение животных.

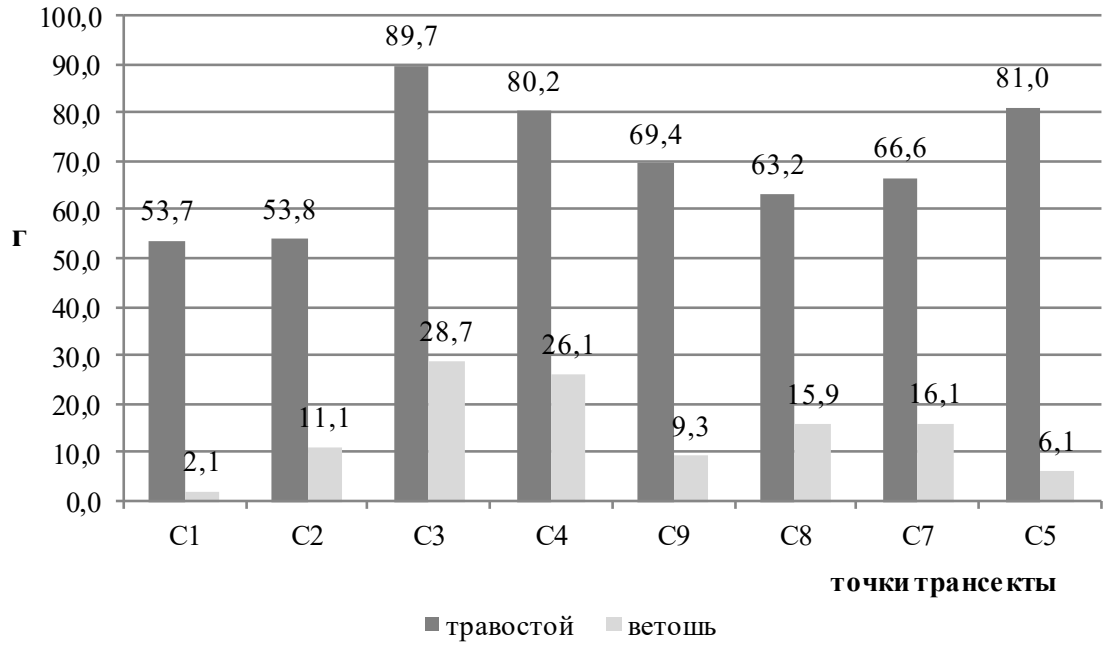


Рисунок 3. Запас сухой зеленой фитомассы и ветоши в сообществах на трансекте между скотоводческими стоянками.

Закономерность изменения запасов зеленой фитомассы в пространстве нарушается не только рельефом, но и таким фактором, как значительное участие в составе травостоя вблизи стоянок видов, плохо поедаемых, но устойчивых к выпасу (точки С1 и, особенно, С5), о чем будет сказано ниже.

Если сравнивать запасы надземной фитомассы и ветоши в сообществах, где пасутся дзерены и где пасется скот, то обнаруживаются следующие различия. Во-первых, при пастьбе дзеренов абсолютные значения массы травостоя в 6 раз превышают самое высокое из таковых на трансекте между скотоводческими стоянками, а ветоши – в 3-4 раза. Причем, если данные по влиянию дзеренов были получены в очень влажное лето и часть указанного превышения массы травостоя объясняется этим фактором, то запас ветоши накапливается за 1-3 предшествовавших года и в большей степени зависит от влияния копытных. Второе различие состоит в количественном отношении массы травостоя к массе ветоши. При пастьбе дзеренов оно равнялось 8,7 и 5,4. На трансекте между стоянками в точках с наименьшим уровнем пастбищной нагрузки (С3 и С4) это отношение меньше (3,1), а в точках, ближайших к стоянкам, оно существенно больше: 13,2 в точке С5 и 25,8 в точке С1.

Более подробную картину изменений в растительных сообществах под влиянием пастьбы копытных дадут нам материалы геоботанических описаний. Рассмотрим данные для г. Тэли *(таблица 2)*. Из общих фитоценотических характеристик различия между сообществами, выявлены только в количестве ветоши, проективном покрытии мхов и задерненности почвы: на контрольной площадке без копытных данные показатели выше. Эти данные согласуются с данными укосов травостоя и ветоши. Различий в ярусной структуре травостоя не выявлено, так же, как и различий в видовом составе, которые бы указывали на более или менее значимое влияние выпаса. Не смотря на уменьшение массы злаков при пастьбе дзеренов, о котором говорилось выше, доминирующее положение *Stipa krylovii* сохранилось. Во всех трех сообществах содоминирует *Artemisia frigida* Willd., а *Serratula centauroides* L. и *Cleistogenes*

squarrosa (Trin.) Keng имеют высокое обилие. При пастьбе дзеренов несколько выше число видов, имеющих проективное покрытие более 1%, что можно рассматривать как повышение альфа-разнообразия вследствие снижения количества ветоши и зеленой массы злаков, в первую очередь ковыля. Количество однолетников, повышающееся при сильном выпасе, в наших сообществах не различается, причем это виды, которые обычны для степей района исследований и не связаны с выпасом. При интенсивном выпасе скота, как показывают наши наблюдения, задерненность почвы падает, а смытость возрастает вследствие выбивания дернины копытами животных, особенно мелкого рогатого скота. В изучаемых сообществах вне ограждения смытость даже ниже, чем в контроле, несмотря на немного более низкую задерненность.

Таблица 2

Общая фитоценотическая характеристика сообществ на г. Тэли в отсутствие копытных и при пастьбе дзеренов

Характеристики	Разнотравно-ковыльная степь в загородке	Разнотравно-ковыльная степь вне загородки	Разнотравно-ковыльная степь вне загородки
Число видов	38	30	34
Доминанты и их ПП, %	*Stipa krylovii* (15), *Artemisia frigida* (7), *Serratula centauroides* (5), *Cleistogenes squarrosa* (5)	*Stipa krylovii* (12), *Artemisia frigida* (12), *Serratula centauroides* (5), *Thermopsis lanceolata* (5), *Thalictrum squarrosum* (4), *Leymus chinensis* (3)	*Stipa krylovii* (12), *Artemisia frigida* (6), *Serratula centauroides* (7), *Leymus chinensis* (5), *Cleistogenes squarrosa* (5), *Heteropappus altaicus* (3)
ПП травостоя, %	50	60	40
ПП ветоши, %	9	2	3
ПП подстилки, %	60	80	45
ПП мхов, %	20	<1	<1
ПП лишайников, %	1 (эпилитные)	<1	<1
Высота ярусов травостоя, см	90/60/45/15	90/60/30/12	80/45/20/15
Смытость почвы, см	2,7	2,2	1,7
Задерненность, %	14	11	10
Однолетники	*Chenopodium aristatum, Dontostemon micranthus, Hackelia thymifolia*	*Chenopodium aristatum, Dontostemon micranthus, Gentiana squarrosa*	*Chenopodium aristatum, Dontostemon micranthus, Salsola collina*

Примечание: ПП – проективное покрытие.

.

Фитоценотическая характеристика сообществ, находящихся под влиянием выпаса скота, приведена в *таблице 3*.

Признаки сообществ, непосредственно связанные с продуктивностью: проективное покрытие травостоя, ветоши и подстилки, мощность подстилки, высота травостоя, – в целом закономерно убывают по мере приближения к стоянкам. Однако разные характеристики изменяются в разной степени. Очень заметно сокращение составляющих мортмассы: ветоши (до 20 раз и более) и подстилки (до 16 раз). Сопоставимо влияние выпаса на высоту травостоя и отдельных его ярусов. Наиболее сильно уменьшается высота первого яруса: в два и более раз. Около стоянки № 2 в точках С5 и С6 количество ярусов сокращается до двух. Проективное покрытие травостоя изменяется при усилении выпаса не так однозначно. Так, в точке С6, ближайшей к стоянке, проективное покрытие выше, чем в более удаленной точке С5, за счет высокого обилия сорных видов (*Elytrigia repens* (L.) Nevski*, Chenopodium album* L.*, Ch. acuminatum* Willd.*, Axyris hybrida* L.*, Salsola collina* Pall.*, Artemisia sieversiana* Willd.).

Параллельно с сокращением подстилки происходит и выбивание дернины, процент задерненности почвы уменьшается, что является неблагоприятным фактором для сохранения экосистемы, т.к. способствует водной и ветровой эрозии. Так, при сильном выпасе на трансекте

задерненность снижается на 20-30% по сравнению с сообществом при слабой пастбищной нагрузке (точка С4). В точке С6 при пастбищном сбое задерненность почвы нулевая, почва слабо закреплена и подвержена перевеванию. В точке С3 при умеренном выпасе задерненность немного выше, чем при слабом, за счет увеличения обилия мелкодерновинного злака *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng, который относится к дигрессионным видам.

Таблица 3

Характеристика состояния сообществ на трансекте между скотоводческими стоянками

Точки трансекты	С1	С2	С3	С4	С9	С8	С7	С5	С6
Доминанты и их ПП, %	*Carex duriuscula* (8)	*Carex duriuscula* (8), *Leymus chinensis* (2)	*Cleistogenes squarrosa* (10%), *Leymus chinensis* (2)	*Stipa krylovii* (3), *Leymus chinensis* (3)	*Artemisia frigida* (5), *Cleistogenes squarrosa* (6), *Leymus chinensis* (1), *Carex duriuscula* (2)	*Artemisia frigida* (10), *Carex duriuscula* (5), *Cleistogenes squarrosa* (3)	*Cleistogenes squarrosa* (6), *Artemisia frigida* (5), *Stipa krylovii* (5)	*Carex duriuscula* (10), *Caragana microphylla* (5), *Artemisia frigida* (2)	*Carex duriuscula* (5), *Elytrigia repens* (5), *Chenopodium album* (5)
Высота ярусов, см	20/8/3	17/12/3	30/10/3	40/25/9	20/10/7	25/10/5	20/10/5	15/10	15/10
ПП травостоя, %	17	18	20	20	18	22	20	18	20
ПП мхов, %	0	0	<<1	<1	<<1	0	0	0	0
ПП лишайников, %	0	0	0	<<1	0	0	0	0	0
ПП ветоши, %	0,5	0,5	5	10	1	2	10	2	0
ПП подстилки, %	30	40	70	80	30	15	30	25	5 (+ 20% за счет навоза)
Мощность подстилки, см	<0,5	<0,5	<0,5	2	0,5	<0,5	1	<0,5	0,5–1
Задерненность, %	19	20	26	23	20	18	22	17	0
Смытость, см	1,3	1,3	1,4	1,7	1,3	1,1	1,2	1,0	1,0
Число видов	27	29	45	37	35	29	29	25	25
Число видов одно- и малолетников	4	2	0	0	1	5	7	2	8
Ступени пастбищной дигрессии	8	6-7	5	2	5	6-7	5	6-7	8-9

Примечание: ПП – проективное покрытие.

Состав доминантов исследованных сообществ хорошо коррелирует со степенью пастбищной нагрузки. Слабая нагрузка не влияет на степень доминирования *Stipa krylovii* Roshev. и *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvel. При умеренной и сильной нагрузке доминирование переходит к *Artemisia frigida* Willd. И *Cleistogenes squarrosa*. При переходе к стадии полусбоя в сообществах абсолютно доминирует *Carex duriuscula* С.А.Меу. При сильной нарузке увеличивают участие в сложении травостоя некоторые травянистые многолетники: *Convolvulus ammanii* Desr., *Astragalus scaberrimus* Bunge, *Potentilla orientalis* Juz. Все они – низкорослые ксерофиты, поэтому мало поедаются и хорошо выносят вытаптывание. Высокое обилие этих видов наблюдалось вблизи стоянки № 1.

Число видов в сообществах на трансекте, испытывающих слабое и умеренное влияние выпаса, сопоставимо с таковым в сообществах без выпаса или при воздействии дзеренов. Видовое разнообразие в сообществах вблизи стоянок снижено на 10 и более видов по сравнению

с точками, удаленными от них. На фоне сокращения общего числа видов в фитоценозах возрастает количество одно- и малолетних видов, а также многолетников с r-стратегией, склонных к произрастанию на нарушенных участках с пониженной конкуренцией. В изученных нами сообществах эта группа видов была представлена *Axyris hybrida, Salsola collina, Artemisia sieversiana, Chamaerhodos erecta* (L.) Bunge*, Lepidium apetalum* Willd*., Ixeridium gramineum* (Fisch.) Tzvel*., Potentilla conferta* Bunge, *Chenopodium acuminatum, Ch. album.* Последний вид в точке С6 вблизи стоянки № 2 даже вошел в число доминантов.

В точках С3, С7-С9 плотность скота сопоставима с плотностью дзеренов на г. Тэли, однако уровень пастбищной дигрессии сообществ, согласно критериям, включающим pzd фитоценотических признаков [8], сильно различается. Если на г. Тэли он соответствует ступени слабой дигрессии, то на названных точках трансекты – от умеренного до сильного.

Заключение. На момент исследования влияние дзеренов и скота на крыловоковыльные сообщества в окрестностях Торейских озер имеет ряд количественных различий.

Дзерены оказывают сильное влияние только на количество ветоши. Снижение задерненности почвы и массы злаков в травостое можно оценить как умеренное. Изменений остальных характеристик сообществ не выявлено. Последствия для сообществ от воздействия дзеренов, такие как снижение пожароопасности и перераспределение конкурентных отношений в пользу видов разнотравья можно считать положительными. Общий уровень пастбищной нагрузки дзеренов в исследованных сообществах мы оценили как слабый.

В сообществах, испытывающих влияние скота, сильное воздействие оказывается на больший спектр фитоценотических характеристик: количество ветоши и подстилки, соотношение количества злаков и разнотравья, состав доминантов, число видов и видовой состав сообществ. В сообществах вблизи стоянок дигрессионные виды не только появляются, но и становятся доминантами. Умеренным изменениям подвержены проективное покрытие и высота травостоя. Таким образом, пасквальные изменения сообществ носят не только количественный, но и качественный характер. Уровень пастбищной дигрессии в исследованных сообществах между скотоводческими стоянками оценивается от слабого до полусбоя и сбоя. При существующем поголовье и породном составе скота область сильного выпаса простирается до 500 м от стоянки, умеренного – примерно до километра. Таким образом, на сегодняшний день на Кулусутайском участке охранной зоны Даурского заповедника пастбищной дигрессии подвержены значительные территории.

При сопоставимой плотности дзеренов и скота ступени пастбищной дигрессии в обследованных сообществах существенно различаются: слабое при воздействии дзеренов, от умеренного до сильного при воздействии скота.

Список литературы

1. Паллас П.С. Путешествие по разным провинциям Российской империи. Санкт-Петербург, 1786. 571 с.

2. Обязов В.А. Изменение температуры воздуха и увлажненности территории Забайкалья и приграничных районов Китая // Природоохранное сотрудничество Читинской области (Российская Федерация) и автономного района Внутренняя Монголия (КНР) в трансграничных экологических регионах. Чита: Забайкал. гос. ун-т, 2007. С. 247-250.

3. Кирилюк О.К., Ткачук Т.Е. Даурия как степной регион // Проблемы адаптации к изменению климата в бассейнах рек Даурии: экологические и водохозяйственные аспекты: Тр. Гос. природн. биосферного заповедника «Даурский». Вып. 5. Чита, 2012. С. 7-14.

4. Ткачук Т.Е., Жукова О.В. Динамика растительности Даурского заповедника // Ученые записки ЗабГГПУ. 2013. № 1 (48). С. 46-57.

5. Ткачук Т.Е. Основные черты динамики растительности в Даурскомэкорегионе // Академику Л.С. Бергу – 145 лет: сб. Междунар. конф. / Ред. И.Д. Тромбицкий. Бендеры: Eco-TIRAS, 2021.

6. Кирилюк В.Е. Первые итоги и перспективы восстановления монгольского дзерена (Procapra gutturosa) в России. Чита: Экспресс издательство, 2007. 36 с.

7. Положение об охранной зоне государственного природного биосферного заповедника «Даурский» // Даурский государственный природный биосферный заповедник (официальный сайт). URL: http://daurzapoved.com/index.php/home/dokumenty. (дата обращения: 17.09.2023).

8. Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. Москва: Сельхозгиз, 1956. 473 с.

9. Дмитриев И.А., Розенфельд С.Б., Абатуров Б.Д. Особенности использования степных пастбищ Восточной Монголии дикими и домашними крупными растительноядными млекопитающими // Аридные экосистемы. 2009. Т. 15. № 4(40). С. 52-69.

10. Дулепова Б.И. Степи горной лесостепи Даурии и их динамика. Чита: Изд-во ЧГПИ, 1993. 396 с.

УДК 581.6
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1322-1329

ЗАЛЕЖИ КАК ИСТОЧНИК РЕСУРСОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ)

FALLOW LANDS AS A SOURCE OF MEDICINAL PLANTS RESOURCES (ON THE EXAMPLE OF ZABAIKALSKY KRAY)

Ткачук Т.Е.[1,2], Чащина Н.А.[1], Попова О.А.[1], Лаевская М.В.[1], Никифорова Ю.В.[1], Лесков А.П. [1]
Tkachuk T.E.[1,2], Chashchina N.A.[1], Popova O.A.[1], Laevskaya M.V.[1], Nikiforova Yu.V.[1], Leskov A.P.[1]

[1]Забайкальский государственный университет, Чита, Россия
[2]Государственный природный биосферный заповедник «Даурский», Забайкальский край, Россия
[1]Transbaikal State University, Chita, Russia
[2]Daursky State Nature Biosphere Reserve, Zabaikalsky kray, Russia

E-mail: tetkachuk@yandex.ru

Аннотация. Рациональное использование растительных ресурсов – одна из важнейших задач современности. Для сохранения популяций лекарственных растений в природных сообществах, необходим поиск научно обоснованных путей их рационального использования. Один из таких путей – использование ресурсов лекарственных растений на залежных землях, что позволит сохранить от заготовок ненарушенные природные сообщества, особенно в случае заготовки подземных частей.

В результате проведенных в период 2022-2023 гг. полевых исследований на территории Забайкальского края (в пределах Даурии) в восьми муниципальных районах (Читинском, Карымском, Нерчинском, Шилкинском, Агинском, Могойтуйском, Краснокаменском и Борзинском) было выявлено 170 видов лекарственных растений, обитающих на землях, используемых в качестве сельскохозяйственных угодий. У 87 из них заготавливается подземная часть. Среди выявленных видов только 4 – стенотопы-эксплеренты, приуроченные именно к нарушенным местообитаниям, остальные характерны для ненарушенных природных местообитаний, прежде всего степей и лугов.

По данным геоботанических описаний выделены виды, имеющие высокое постоянство в сообществах на залежах всех или большинства изученных районов: *Saposhnikovia divaricata, Potentilla semiglabra, Artemisia leucophylla, Leymus chinensis, Artemisia commutata, Leontopodium leontopodioides, Lespedeza juncea, Bupleurum scorzonerifolium.* Наибольшее количество лекарственных видов высокого постоянства произрастает на залежах Карымского (17 видов) и Могойтуйского (17) районов, несколько меньшее (11-13) в Читинском, Агинском, Борзинском, Шилкинском, Нерчинском. Для этих районов целесообразно расширение ресурсоведческих исследований запасов лекарственных растений на залежах.

Ключевые слова: Забайкальский край, лекарственные растения, растительное лекарственное сырьё, залежи.

Abstract. For sustainable use of medicinal plants populations in natural communities, scientifically based ways are necessary. One of these ways is the use of medicinal plant resources on fallow lands. That will allow preserving natural communities from harvesting, especially from harvesting underground parts.

As a result of field research in 2022-2023 on the territory of Zabaikalsky kray (within Dauria) in eight municipal districts we identified 170 species of medicinal plants on fallow lands. Number of species from which the underground parts are harvested is 87. There are both stenotopic species of disturbed habitats, and species confined to undisturbed natural habitats, primarily steppes and meadows, found among the identified species.

According to geobotanical sampling data, species have been identified that have high constance in communities on fallow lands in all or most of the studied districts: *Saposhnikovia divaricata, Potentilla semiglabra, Artemisia leucophylla, Leymus chinensis, Artemisia commutata, Leontopodium leontopodioides, Lespedeza juncea, Bupleurum scorzonerifolium*. The highest number of high constance species grow in the fallow lands of Karymsky (17 species) and Mogoituysky (17) districts, a slightly smaller number (11-13) in Chitinsky, Aginsky, Borzinsky, Shilkinsky, and Nerchinsky districts. It is advisable to expand resource studies on fallow lands in these districts.

Key words: Zabaikalsky kray, medicinal plants, plant raw materials, fallow lands.

Введение. Рациональное использование растительных ресурсов является одной из важнейших задач современности, особенно это касается групп растений, широко используемых человеком, среди которых на первом месте стоят лекарственные растения. Будучи ценным природным ресурсом, они относятся к группе экономически важных видов, и их значение не только не уменьшается, но неуклонно продолжает возрастать. Лекарственные растения, особенно

из экологически чистых районов, становятся все более востребованы для профилактики и лечения многих заболеваний человека.

В настоящее время в связи со сложной социально-экономической ситуацией и безработицей местное население все более интенсивно заготавливает лекарственные растения не только для собственных нужд, но и ради заработка. Неконтролируемый сбор растительного сырья в природных сообществах, особенно подземных частей растений, приводит не только к сокращению численности их популяций, но и к нарушению целостности растительных сообществ и их неизбежной деградации.

Для обеспечения сохранения популяций лекарственных растений и природных сообществ, необходим поиск научно обоснованных путей рационального использования этих растительных ресурсов. Большое значение при этом имеют исследования распространения и эколого-фитоценотической приуроченности наиболее ценных и востребованных видов лекарственных растений. Проведение таких работ позволяет выявить наиболее подходящие территории для заготовки высококачественного растительного сырья, которые при это мне понесут значительного урона и способны быстро восстанавливаться. Такими, по нашему мнению, являются залежные земли.

Ряд видов лекарственных растений, характерных для природных сообществ, встречается и на залежах разных стадий восстановления. Заготовка таких растений на залежных землях будет способствовать их сохранению в природных сообществах.

Материалы и методы. Для составления списка видов лекарственных растений, в том числе тех, которые могут произрастать на залежах на территории Забайкальского края, были использованы следующие литературные источники: Флора Центральной Сибири [1], Флоры Сибири [2], Растительные ресурсы СССР [3], Растительные ресурсы России [4-6], Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР [7], Государственная фармакопея Российской Федерации, XIV издание [8] и др. В список включены как растения, используемые в народной медицине, так и приведенные в последнем списке Государственной фармакопеи Российской Федерации [8]. Предварительный анализ экологической приуроченности лекарственных растений к типам местообитаний проведен с использованием тех же информационных источников.

Полевые исследования на залежах проводились в 2022 и 2023 гг. в восьми муниципальных районах Забайкальского края *(рисунок 1)*.

Читинский, Карымский, Нерчинский, Шилкинский районы находятся в центральной части Забайкальского края на границе таежного и лесостепного пояса. Рельеф этой территории среднегорный с абсолютными высотами от 600 до 1000 м. Степи образуют здесь большие массивы в широких долинах крупных рек (Ингода, Чита, Шилка) и множество небольших участков по наиболее прогреваемым склонам сопок. Значительную часть Нерчинского района занимает самый северный крупный массив даурских степей – нерчинский степной остров. В Агинском и Могойтуйском районах северо-западная их часть занята лесостепными ландшафтами, имеются небольшие территории таежных ландшафтов с преобладанием лиственничных лесов. Центральная и южная части этих районов – степные низкогорные, с преобладающими высотами около 800 м н.у.м. Большая часть крупных степных массивов в лесостепных районах были распаханы, кое-где пашни располагаются на месте сведенных лесов, окружавших степи. Залежи приурочены к нижним и средним частям склонов всех экспозиций, преимущественно пологим. Краснокаменский и Борзинский районы расположены в юго-восточной и южной части Забайкальского края. Рельеф на большей части их территории низкогорный с абсолютными высотами 600-800 м, характерны холмисто-увалистые и мелкосопочные равнины, низкогорья, разъединенные обширными понижениями и сухими впадинами, занятыми степной растительностью. Последние были распаханы и в настоящее время представляют собою залежи, главным образом, 30-летнего возраста. Для составления маршрутов полевого обследования было изучено распределение залежей на территории по космоснимкам Landsat-5, 8. Маршруты общей протяженностью более 2500 км охватили территории наибольшего скопления залежных земель, где была обследована 171 залежь.

Читинский, Карымский, Нерчинский, Шилкинский районы находятся в центральной части Забайкальского края на границе таежного и лесостепного пояса. Рельеф этой территории среднегорный с абсолютными высотами от 600 до 1000 м. Степи образуют здесь большие массивы в широких долинах крупных рек (Ингода, Чита, Шилка) и множество небольших участков по наиболее прогреваемым склонам сопок. Значительную часть Нерчинского района занимает самый северный

крупный массив даурских степей – нерчинский степной остров. В Агинском и Могойтуйском районах северо-западная их часть занята лесостепными ландшафтами, имеются небольшие территории таежных ландшафтов с преобладанием лиственничных лесов. Центральная и южная части этих районов – степные низкогорные, с преобладающими высотами около 800 м н.у.м. Большая часть крупных степных массивов в лесостепных районах были распаханы, кое-где пашни располагаются на месте сведенных лесов, окружавших степи. Залежи приурочены к нижним и средним частям склонов всех экспозиций, преимущественно пологим. Краснокаменский и Борзинский районы расположены в юго-восточной и южной части Забайкальского края. Рельеф на большей части их территории низкогорный с абсолютными высотами 600-800 м, характерны холмисто-увалистые и мелкосопочные равнины, низкогорья, разъединенные обширными понижениями и сухими впадинами, занятыми степной растительностью. Последние были распаханы и в настоящее время представляют собою залежи, главным образом, 30-летнего возраста. Для составления маршрутов полевого обследования было изучено распределение залежей на территории по космоснимкам Landsat-5, 8. Маршруты общей протяженностью более 2500 км охватили территории наибольшего скопления залежных земель, где была обследована 171 залежь.

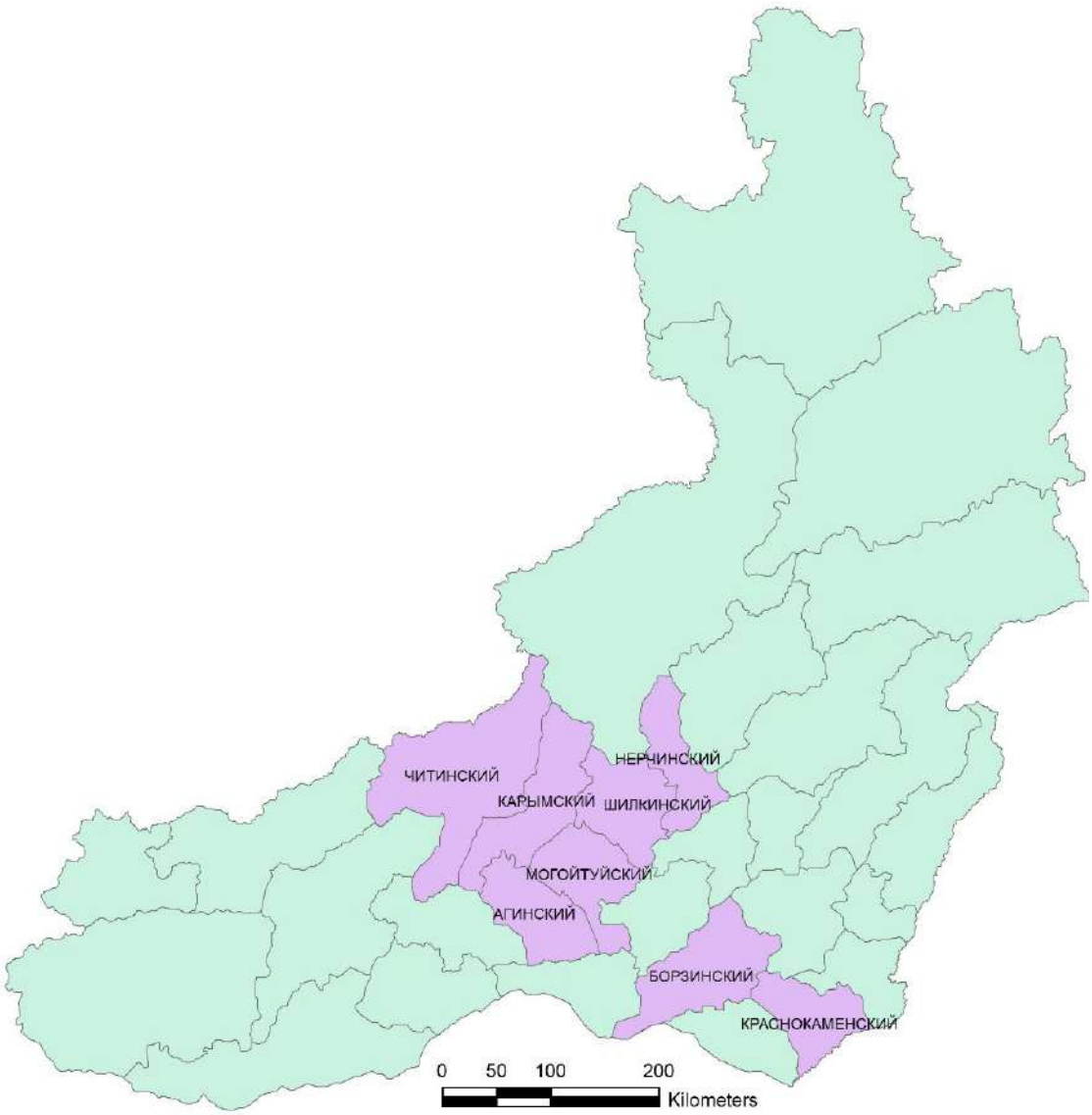


Рисунок 1. Муниципальные районы Забайкальского края, в которых проводились исследования.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ указанных выше литературных источников и данных собственных полевых исследований 2022-2023 гг. показал, что на территории Забайкальского края встречается 537 видов, обладающих лекарственными свойствами и

используемых как в традиционной, так и в народной медицине, из 85 семейств и 301 рода. Они относятся к трем отделам споровых растений и двух отделов семенных растений. Среди этих видов встречаются и ценные лекарственные растения, которые находятся под охраной и внесены в Красную книгу Российской Федерации [9] и Красную книгу Забайкальского края [10].

Согласно литературным данным, в районах Даурии встречается 95 видов лекарственных растений, обитающих на землях, используемых в качестве сельскохозяйственных угодий. По результатам полевых исследований список видов, заселяющих залежные земли, оказался гораздо обширнее – 170 видов. Такое существенное расширение списка лекарственных растений на залежах произошло за счет широкого охвата залежей экспедициями и подробного изучения видового состава растительности на них, причем обследованы были залежи разных стадий зарастания, в том числе много залежей дерновиннозлаково-разнотравной стадии. Таким образом, список видов был дополнен главным образом видами, появляющимися на средних и поздних стадиях зарастания залежей.

Подавляющее большинство произрастающих на залежах лекарственных видов используются в народной медицине, лишь 11 видов являются фармакопейными. Среди них такие ценные виды как *Valeriana alternifolia* Ledeb., *Thermopsis lanceolata* R. Br., *Polygala tenuifolia* Willd.

Пять лекарственных видов, произрастающих на залежах, включены в Красную книгу Забайкальского края [10] и поэтому не могут заготавливаться, это *Hemerocallis minor* Miller, *Lilium pumilum* Delile, *Euphorbia fischeriana* Steud., *Phlojodicarpus sibiricus* (Stephan ex Spreng.) Koso-Pol., *Scutellaria baicalensis* Georgi, *Saposhnikovia divaricata* (Turcz.) Schischk. Эти виды встречались на залежах средней стадии зарастания с доминированием мелкодерновинных злаков и многолетнего разнотравья (*Poa botryoides* (Griseb.) Roshev., *Artemisia leucophylla* (Besser) Turcz. ex Clarke, *Potentilla acervata* Sojak, *Vicia amoena* Fischer).

Среди выявленных в ходе полевых исследований видов есть как характерные для ненарушенных природных местообитаний, так и виды сугубо эксплерентной стратегии, приуроченные именно к нарушенным местообитаниям. Последних выявлено только четыре *(рисунок2)*: *Leptopyrum fumaroides* (L.) Reichb., *Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Crepis tectorum* L. Остальные 166 видов встречаются не только на залежах, но и в других типах местообитаний, чаще всего в двух или трех. Некоторые виды являются эвритопами, связанными с большим разнообразием местообитаний. Например, *Patrinia sibirica* (L.) Juss., согласно литературным данным, произрастает в семи типах местообитаний: в степях, сосновых, лиственных и смешанных лесах, по берегам рек и озер, в гольцовых и подгольцовых сообществах, на скалах. Такие виды как *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Valeriana alternifolia*, *Scorzonera radiata* Fischer – в шести типах местообитаний каждый, а *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Arabis pendula* L., *Scabiosa comosa* Fischer ex Roemer et Schultes, *Dendranthemum zawadskii* (Herb.) Tzvelev, *Linaria melampyroides* Kuprianova и *Galium verum* L. – в пяти.

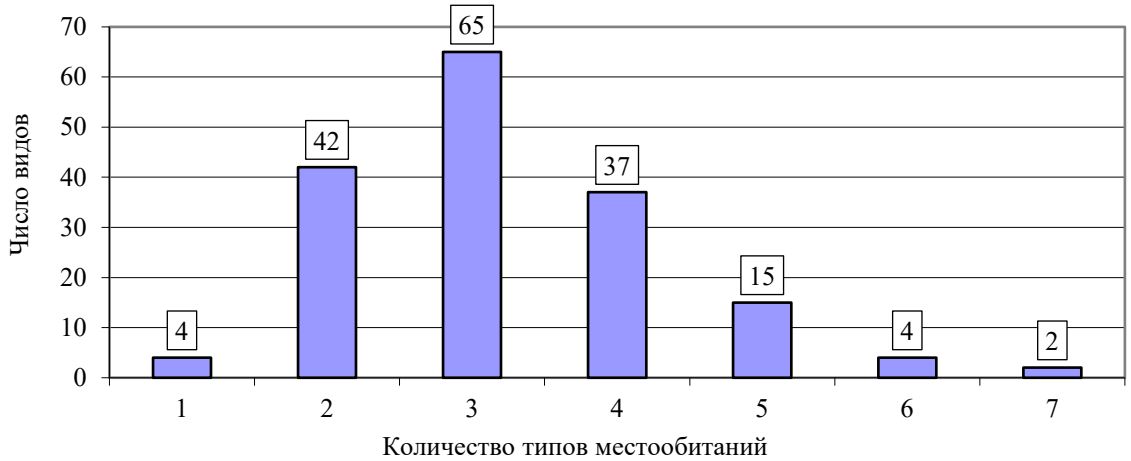


Рисунок 2. Количество типов местообитаний, в которых распространены виды, встречаемые на залежах.

Проанализируем, к каким же биотопам вне залежей приурочены виды лекарственных растений *(рисунок 3)*.

На первом месте среди биотопов, из которых виды «сбегают» на сельскохозяйственные земли, находятся степи. Это вполне понятно, т.к. степи – доминирующий тип экосистем в районах

нахождения залежей. Примером распространенных на залежах степных видов являются *Artemisia frigida* Wild., *A. commutata* Besser, *A. gmelinii* Weber ex. Stechm., *Leontopodium leontopodioides* (Willd.) Beauv., *Heteropappus altaicus* (Willd.) Novopokr., *Aconogonon divaricatum* (L.) Nakai ex Mori, *Bupleurum scorzonerifolium* Willd., *Lespedeza juncea* (L. fil.) Pers., *Potentilla acervata* Sojak, *Thalictrum squarrosum* Stephan ex Willd., *Pulsatilla patens* (L.) Miller, *P. turczaninovii* Krylov et Serg. Вторым по значимости типом биотопов как источника видов на залежах являются луга. Примерами луговых видов на залежах могут быть *Sanguisorba officinalis* L., *Inula britannica* L., *Potentilla anserina* L., *Saussurea amara* (L.) DC. Как ранее нами указывалось [11], на лугах в Даурии произрастает наибольшее количество лекарственных видов, в том числе фармакопейных, при том, что луга занимают небольшие площади. Они формируются в долинах рек и ручьев, в межгорных распадках, на приозерных окраинах. Обеспечение их влагой происходит как за счет атмосферных осадков, так и за счет почвенно-грунтовых вод и разлива рек. Существование лугов в естественном режиме обычно нарушается хозяйственной деятельностью человека. Большая часть территорий, занятых лугами, как наиболее продуктивных местообитаний, распахана или используется для сенокосов и пастбищ. Все это оказывает влияние на распространение, встречаемость, обилие, а значит и запасы лекарственных растений, приуроченных к лугам. Следовательно, залежи, на которых встречаются растения, свойственные луговым ценозам, могут быть дополнительным источником фармацевтического сырья этих видов.

Среди видов, встречающихся на залежах, относительно велика доля видов, которые обычно произрастают в лесах разных типов. Это объясняется близким расположением залежей к лесным массивам, особенно в лесостепных районах.

Степень воздействия заготовок на ценопопуляции лекарственных растений и на экосистему в целом зависит от того, какая часть растения собирается в качестве сырья.

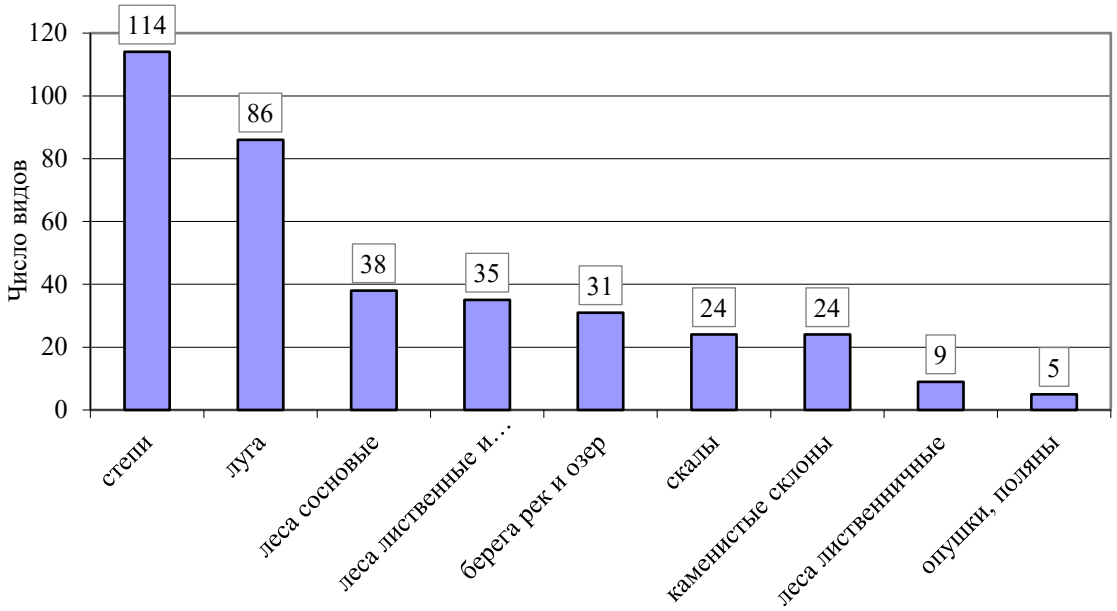


Рисунок 3. Важнейшие природные биотопы, в которых распространены виды, встречающиеся на залежах.

Наибольший урон приносят заготовки подземных частей растений, что негативно влияет на численность и репродуктивный потенциал не только ценопопуляций сырьевого вида, но и видов, растущих по соседству, среди которых могут быть редкие и охраняемые таксоны. Распределение выявленных нами на залежах видов лекарственных растений по видам заготавливаемого сырья приведено на *рисунке 4*.

У 81 вида в качестве сырья используются подземные части: корни, корневища, луковицы. Еще у шести видов заготавливаются растения целиком. Таким образом, заготовка сырья примерно половины видов, из выявленных нами на залежах, сопряжена с нарушением почвенного покрова. Поэтому желательно производить их заготовку на залежах, а не в природных

сообществах, чтобы снизить для последних негативные последствия заготовки подземных частей растений. Из этих соображений заготовке именно этих видов на залежах должно быть уделено первоочередное внимание.

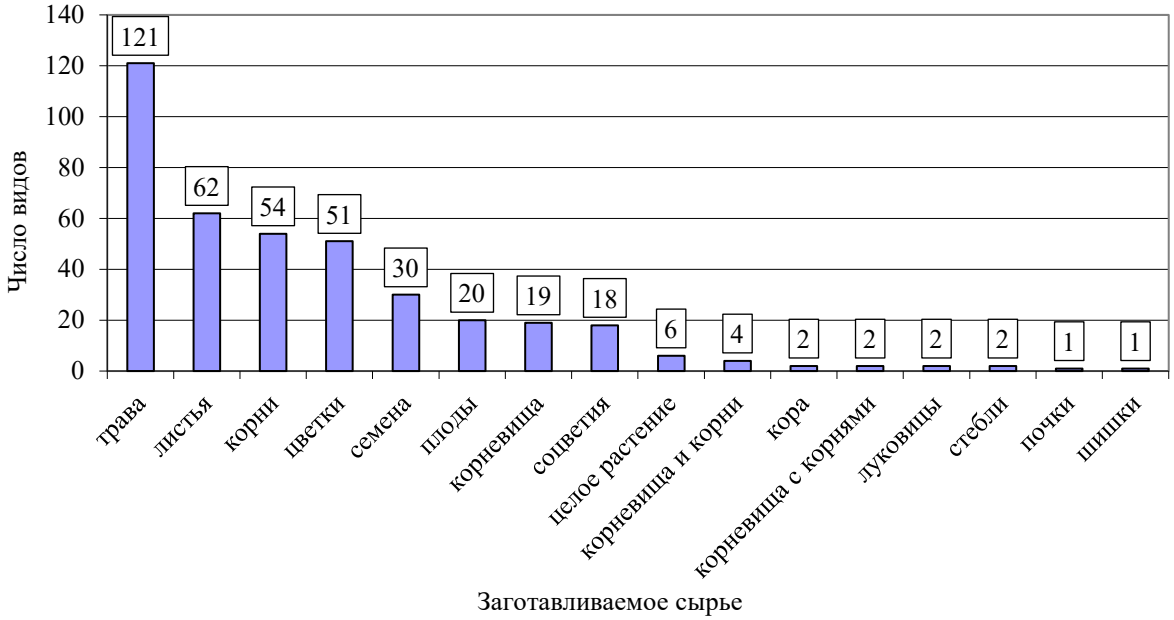


Рисунок 4. Распределение лекарственных видов на залежах по видам заготавливаемого сырья.

По данным геоботанических описаний мы выделили виды, наиболее широко распространенные на залежах каждого изученного района *(таблица 1)*. Наибольшее количество лекарственных видов высокого постоянства (≥60%) произрастает на залежах Карымского и Могойтуйского районов (по 17 видов), наименьшее – в Краснокаменском районе (3 вида). В остальных районах количество видов высокого постоянства составляет от 11 до 13. Таким образом, все изученные районы, кроме Краснокаменского, могут рассматриваться как потенциальные территории для более пристального ресурсоведческого обследования залежей с определением запасов наиболее распространенных и обильных видов. Высокое постоянство в сообществах на залежах всех или большинства изученных районов имеют *Saposhnikovia divaricata, Potentilla semiglabra* Juz*., Artemisia leucophylla* (Besser) Turcz. Ex Clarke*, Leymus chinensis* (Trin.) Tzvelev*, Artemisia commutata, Leontopodium leontopodioides, Lespedeza juncea, Bupleurum scorzonerifolium.*

Таблица 1

Постоянство (%) наиболее распространенных видов лекарственных растений на залежах в обследованных районах Забайкальского края

Виды	Читинский	Карымский	Борзинский	Краснокаменский	Нерчинский	Шилкинский	Агинский	Могойтуйский
1. *Saposhnikovia divaricata* (Turcz.) Schischk (Красная книга Забайкальского края)	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**78,6**	**100**
2. *Potentilla semiglabra* Juz.	**100**	**93,8**	**50,0**	56,5	**76,0**	**85,0**	**63,6**	**66,7**
3. *Artemisia leucophylla* (Turcz. ex Besser) Pamp.	**90,9**	**87,5**	37,5	56,5	**84,0**	**95,0**	**81,8**	**76,7**
4. *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvel.	**77,3**	**75,0**	**87,5**	**73,9**	**84,0**	**85,0**	**81,8**	**96,7**
5. *Artemisia commutata* Besser	**72,7**	**75,0**	**62,5**	43,5	44,0	**70,0**	36,4	**66,7**
6. *Oxytropis myriophylla* (Pall.) DC.	**72,7**	**87,5**	43,8	39,1	36,0	55,0	**100,0**	**93,3**
7. *Scutellaria scordiifolia* Fisch. ex Schrank	**72,7**	25,0	43,8	17,4	44,0	15,0	0,0	0,0
8. *Plantago depressa* Schltdl.	**72,7**	**68,8**	6,3	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0

Виды	Читинский	Карымский	Борзинский	Краснокаменский	Нерчинский	Шилкинский	Агинский	Могойтуйский
9. *Ixeridium gramineum* (Fisch.) Tzvel.	**72,7**	**75,0**	**87,5**	8,7	16,0	35,0	54,5	**60,0**
10. *Potentilla conferta* Bunge	**68,2**	37,5	18,8	4,3	20,0	**60,0**	27,3	46,7
11. *Vicia amoena* Fisch.	**63,6**	**87,5**	12,5	21,7	**88,0**	**75,0**	27,3	46,7
12. *Galium verum* L.	**63,6**	**68,8**	0,0	17,4	**84,0**	55,0	27,3	36,7
13. *Aconogonon divaricatum* (L.) Nakai ex Mori	**63,6**	**87,5**	37,5	26,1	**76,0**	50,0	28,6	13,3
14. *Leontopodium leontopodioides* (Willd.) Beauverd	27,0	**81,3**	**68,8**	4,3	**80,0**	**60,0**	**81,8**	**86,7**
15. *Lespedeza juncea* (L. f.) Pers.	54,5	**68,8**	25,0	**69,6**	**88,0**	**85,0**	54,5	**93,3**
16. *Heteropappus altaicus* (Willd.) Novopokr.	40,9	**68,8**	**75,0**	0,0	16,0	55,0	27,3	**63,3**
17. *Bupleurum scorzonerifolium* Willd.	36,4	**68,8**	50,0	26,1	**64,0**	**60,0**	**72,7**	**66,7**
18. *Patrinia rupestris* (Pall.) Dufr.	36,4	**62,5**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3
19. *Potentilla tanacetifolia* Willd. ex Schltdl.	31,8	**62,5**	31,3	43,5	**76,0**	**70,0**	54,5	56,7
20. *Artemisia frigida* Willd.	22,7	6,3	**75,0**	43,5	16,0	35,0	42,9	53,3
21. *Thalictrum squarrosum* Steph. ex Willd.	9,1	0,0	**75,0**	47,8	16,0	15,0	35,7	33,3
22. *Astragalus adsurgens* Pall.	54,5	37,5	**62,5**	56,5	12,0	5,0	36,4	**93,3**
23. *Scorzonera austriaca* Willd.	36,4	37,5	**62,5**	8,7	0,0	0,0	**81,8**	**73,3**
24. *Serratula centauroides* L.	18,2	1,3	**62,5**	56,5	32,0	30,0	**63,6**	**63,3**
25. *Potentilla acaulis* L.	0,0	0,0	**62,5**	13,0	16,0	5,0	21,4	16,7
26. *Aconogonon angustifolium* (Pallas) Hara	45,5	25,0	43,75	13,0	**76,0**	50,0	**72,7**	53,3
27. Geum aleppicum Jacq.	0,0	31,25	0,0	0,0	**64,0**	**60,0**	0,0	0,0
28. Leibnitzia anandria (L.) Turcz.	36,4	56,25	43,75	21,7	52,0	55,0	**90,9**	**80,0**
29. Pulsatilla turczaninovii Krylov ex Serg.	54,5	50,0	25	30,4	20,0	40,0	54,5	**83,3**
30. Erigeron acris L.	13,6	37,5	0,0	0,0	20,0	5,0	27,3	**63,3**
Число видов с постоянством ≥ 60%	***13***	***17***	***12***	***3***	***13***	***12***	***11***	***17***

Выводы. На залежах степных и лесостепных районов Забайкальского края выявлено 170 видов лекарственных растений, в том числе 11 фармакопейных.

Примерно у половины лекарственных видов, произрастающих на залежах, в качестве сырья используются подземные части. При их заготовке наносится наибольший ущерб экосистемам. С точки зрения охраны биоразнообразия заготовки такого сырья правильнее было бы переместить из природных местообитаний на залежи.

Среди выявленных видов 135 являются эвритопами, которые встречаются не только на залежах, но и в других биотопах, прежде всего в степях и на лугах. Заготовка эвритопных растений на залежах сделает возможным получить дополнительный источник их сырья и позволит снизить негативное воздействие на ненарушенные экосистемы.

Лекарственные виды с высоким постоянством на залежах наиболее многочисленны в Карымском и Могойтуйском районах, несколько меньше в Читинском, Нерчинском, Шилкинском, Агинском и Борзинском районах. Для залежей в этих районах целесообразно проведение детальных ресурсоведческих исследований, которые дадут научную основу рационального использования залежей как источника лекарственного растительного сырья.

Работа выполнена на средства гранта РНФ и Забайкальского края по проекту № 22-24-20080 от 25.03.2022 г. «Инвентаризация лекарственных растений Забайкальского края и оценка ресурсного потенциала лекарственных растений на примере сапожниковии растопыренной (Saposhnikovia divaricata (Turcz.) Schischk)».

Список литературы

1. Флора Центральной Сибири: в 2-х т. / Под ред. Л.И. Малышева, Г.А. Пешковой. Т. 1-2. Новосибирск: Наука, 1979. 1046 с.

2. Флора Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1987-1997. 200 с.

3. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Л.: Наука, 1984-1993.

4. Растительные ресурсы России и сопредельных государств: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Butomaceae-Typhaceae. СПб.: Наука, 1994. 271 с.

5. Растительные ресурсы России и сопредельных государств: Ч. 1. Сем. Lycopodiaceae-Ephedraceae. Ч. 2. Доп. к 1-7-му т. справ. [«Растительные ресурсы СССР»] / Рос. акад. наук, Ботан. ин-т им. В.Л. Комарова; [Составители З.В. Акулова и др.]; Отв. ред. А.Л. Буданцев. СПб.: Мир и семья-95, 1996. 571 с.

6. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 1-5. / Отв. ред. А.Л. Буданцев. СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008-2012.

7. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР [Карты] / Гл. ред. П.С. Чиков; науч. ред. Л.Н. Зайко, А.И. Шретер; сост. и подгот. к печати ПКО «Картография» ГУГК в 1976 г.; отв. ред. Е.М. Шуран, М.С. Шмульян. Испр. в 1983 г. М.: ГУГК, 1983. 1 атл. (340 с. карт).

8. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издание. Т. IV. 2018. Лекарственное растительное сырье. С. 5834-6675. URL: https://femb.ru/record/pharmacopea14 (дата обращения: 25.08.2022).

9. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы): Министерство природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; РАН; Российское ботаническое общество; МГУ им. М.В. Ломоносова / Гл. редкол.: Ю.П. Трутнев и др.; Сост. Р.В. Камелин и др. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.

10. Красная книга Забайкальского края. Растения / Ред. коллегия: О.А. Поляков, О.А. Попова, О.М. Афонина и др. Новосибирск: ООО «Дом мира», 2017. 384 с.

11. Попова О.А., Ткачук Т.Е., Чащина Н.А., Лесков А.П., Никифорова Ю.В. Лаевская М.В. Биотопическая приуроченность лекарственных растений Забайкальского края // Растительность Байкальского региона и сопредельных территорий: Материалы всерос. конф. с междунар. участием (Улан-Удэ, 26-27 окт. 2023 г.). Улан-Удэ: Изд-во Бурятского ун-та, 2023. С. 128-134.

УДК 314.3:338.26
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1330-1333

ВОПРОСЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ ПУСТЫНИ КЫЗЫЛКУМ

ISSUES OF TERRITORIAL ORGANIZATION OF THE POPULATION OF THE KYZYLKUM DESERT

Тожиева З.Н., Шерхолов О.И.
Tojieva Z.N., Sherholov O.I.

Национальный университет Узбекистана имени М. Улугбека, Ташкент, Узбекистан
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan

E-mail: z_tadjieva@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы расселения населения пустыни Кызылкум и рольтерриториальной организации населенияв социально-экономическом развитии Навоийской области. Выявлены положительные и отрицательные природные и экономические аспекты пустыни, изучено ее значение в расселении населения.Обоснованы причины отрицательной миграции в сельской местности, также положительной миграции в городской местности, влияние изменения климата на миграцию.Выявлены факторы, влияющие на рост и расселение населения. Представлены основные факторы, имеющие отрицательное влияние на процессы расселения населения (экономические, экологичекие и демографические), проживающего в пустыне Кызылкум. Оцениваются основные отрасли пустынных зон и проблемы специализации животноводства как отрасли сельского хозяйства (скотоводство, верблюдоводство, коневодство). Обосновано формирование городоских поселений в центральной части пустыни, связанные с открытием и освоением невысоких гор Бокантов, Томдитов, Етимтов, Овминзатов, Казахтов, которое со второй половины прошлого века способствовало распространению городских поселений и относительному увеличению численности населения на территории. Сегодня благодаря значительным запасам цветных металлов, строительных материалов, и с началом освоения месторождений образовалась сеть городов и поселков (Зарафшан, Учкудук, Мурунтов, Газган, Томдибулак, Шалхар и Зафарабад). Приведены предложения для формирования современного териториальной организации населения пустыни Кызылкум.

Ключевые слова: территориальная организация, расселение, миграция, полезные ископаемые, животноводство.

Abstract: This article discusses the issues of territorial organization of the population of the Kyzylkum desert. The role of the territorial organization of the population in the socio-economic development of the Navoi region. The positive and negative natural and economic opportunities of the desert have been identified, and its significance in population settlement has been studied. The reasons for negative migration in rural areas, as well as positive migration in urban areas, and the impact of climate change on migration are substantiated. Factors influencing population growth and settlement have been identified. The fundamental negative influencing factors, such as economic, environmental and demographic, on the existence of a small population living in the Kyzylkum desert have been proven. The main branches of desert zones and the problems of specialization of agricultural sectors are assessed: livestock breeding (cattle breeding, camel breeding, horse breeding). The formation of urban settlements in the central part of the desert associated with the discovery and development of the low mountains of Bokantov, Tomditov, Etimtov, Ovminzatov, Kazakhtov is substantiated. Which, since the second half of the last century, contributed to the formation of urban settlements and a relative increase in the population in the territory. Today, thanks to their exceptional wealth of non-ferrous metals and building materials, with the launch of mineral resources, such resource cities and towns as Zarafshan, Uchkuduk, Muruntov, Gazgan, Tomdibulak, Shalkhar and Zafarabad were formed. Proposals are presented for the formation of a modern territorial organization of the population of the Kyzylkum desert.

Key words: territorial organization, settlement, migration, minerals, animal husbandry.

Введение. Территориальная организация населения представляет собой сложный процесс и является системой планового расселения населения путем исследования существующих возможностей и проблем территорий. Основными элементами системы территориальной организации населения являются малонаселенные территории с неблагоприятными природными условиями, но с населенными пунктами, возникшими в результате добычи и эксплуатации различных полезных ископаемых, освоения земель в сельскохозяйственных целях.

Изучением социально-экономических особенностей распределения населения и анализом его территориальной организации занимались В.А. Копилов [5], Ю.А. Симагин [2], Б.С. Хорев [7] и другие [1].

Одним из крупных ученых, занимавшихся вопросами территориальной организации населения, является Ю.А. Симагин, который утверждает, что объектом территориальной организации населения является население (народ), которое изучается многими научными дисциплинами, включая демографию, этнографию, социологию, антропологию, географию населения, психологию и другие науки [2].

Территориальная организация населения – это размещение населения в масштабе сложных территориальных единиц с целью их оптимизации для ускорения социально-экономического развития общества. Воплощение производства и расселения населения может не дать достаточного экономического и социального эффекта с течением времени. В результате происходит процесс деконцентрации населения и расселения. Такие явления наиболее характерны для городов и поселков, небольших поселений, основанных на освоении природных ресурсов, что в дальнейшем приводит к изменению их положения и задачи, выполняемой функции [1].

Результаты исследований и их обсуждение. Пустыня Кызылкум является одной из крупнейших пустынь Средней Азии, расположенная в основном на территории Республик Узбекистан и Казахстан. Пустыня простирается в Узбекистане на территории Республики Каракалпакстан, Навоийской и Бухарской областей. Тот факт, что Навоийская область, основная территория которой находится в этой пустыне, на большом расстоянии граничит с республиками Казахстан и Каракалпакстан, является причиной того, что скотоводческие народы издавна живут в тесном без конфликтном соседстве в этой местности, а казахи и каракалпаки являются основными народами на этой территории. Кроме того, территория Учкудукского и Томдинского районов, занимавших большую часть территории Навоийской области, когда-то входила в состав Республики Каракалпакстан, что также привело к увеличению численности этих национальностей.

«Основным источником воды в пустыне Кызылкум издавна являются грунтовые воды. Сотни давно пробуренных скважин и пробуренных в последние годы артезианских скважин разбросаны по пустыне Кызылкум» [3]. Пустынные районы в целом не будут иметь благоприятных условий для сельского хозяйства и расселения, но могут быть экономически развиты в течение определенного периода времени на основе выявления возможностей, скрытых в их недрах.

Процессы территориальной организации населения в республике осуществлялись после второй половины прошлого века в основном в широком масштабе в Мирзачульском экономическом районе и Навоийской области, основная территория которой расположена в пустыне Кызылкум. Именно территория Мирзачульского района была освоена под сельское хозяйство, а Навоийская область была создана для добычи и переработки полезных ископаемых в пустыне Кызылкум. Для развития этих отраслей было переселено население из районов республики и стран СНГ, где были излишные трудовые ресурсы. С этой целью в первую очередь строились населенные пункты вместе с транспортными путями. Поэтому населенные пункты располагались вблизи шахт и на обочинах дорог.

Наиболее значимые трансформации территориальной организации общества (ТОО) оказались инициированы, прежде всего, распадом СССР, появлением новых границ и геополитических субъектов, повлекших за собой переориентацию хозяйственных и гуманитарных связей, фактическую дезинтеграцию ранее единой системы расселения, инфраструктуры [4].

Особое место в социально-экономическом развитии Навоийской области занимает территориальная организация населения. Именно благодаря правильной территориальной организации населения Наваинская область стала самым промышленно развитым районом в республике, численность населения увеличилась, расселение населения расширилось по всей территории.

Проведенные обширные исследования пустыни Кызылкум заложили основу не только для развития горнодобывающей промышленности, но и для развития животноводческой отрасли. Были построены автомобильные дороги, соединяющие небольшие аулы, построены жилые дома, образовательные учреждения и другие объекты социальной сферы, обеспечены электроэнергией, пробурены артезианские скважины, созданы животноводческие хозяйства.

Населенные пункты преимущественно бывают двух типов: групповые и раздельные (рассредоточенные) [5]. Следует отметить, что в этом помимо исторических и природных условий большое значение имели и экономические факторы. Низкоурожайные пустынные пастбища были причиной рассредоточения сельских поселений. Потому что каждому населенному пункту понадобится пастбище с большой площадью для круглогодичного содержания принадлежащего ему скота. По этой причине поселения в таких районах разбросаны и малонаселены. Точно так же повсеместное обнаружение полезных ископаемых повлияло на формирование отдельных поселений. А их деятельность зависит от запасов полезных ископаемых месторождений.

Несмотря на низкий уровень плодородия, наличие обширных пастбищ в пустыне Кызылкум позволило развить животноводство (скотоводство, верблюдоводство, коневодство), которое является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства. В центральной части этой пустыни расположены невысокие горы, такие как Бокантов, Томдитов, Етимтов, Овминзатов, Казахтов. В связи с тем, что здесь обнаружены месторождения цветных металлов и строительных материалов, со второй половины прошлого века шло активное освоение горных районов, что способствовало формированию городских поселений и относительному увеличению численности населения на территории. Образование городов и поселков (Зарафшан, Учкудук, Мурунтов, Газган, Томдибулак, Шалхар и Зафарабад) с запуском предприятий по добыче полезных ископаемых, привело к активизации процессов переселения населениях из других районов и регионов в эти городские поселения для обеспечения предприятий трудовыми ресурсами. Если на старо-освоенных территориях Навоийской области проживают коренные народы, то новые города и поселки заселялись преимущественно мигрантами из более отдаленных регионов и соседних стран, преимущественно русскоязычные народы. Строительство железной дороги и автомобильных дорог по маршруту Навои-Учкудук для добычи и транспортировки полезных ископаемых создало благоприятные условия для развития Зарафшанского, Учкудукского, Конимехского районов, а также для более широкого использования природных ресурсов пустыни.

Для добычи полезных ископаемых в 1959-89 гг. были построены поселки горняков. К ним можно отнести такие населенные пункты как Какпатас (1985 г., 316 чел.), Мурунтов (1959 г., 11,0 тыс.), Томдибулак (1982 г., 5,0 тыс.). Крупнейшим из строительных материалов является фосфорит, месторождение Джерой Сардара в районе Томди. Кроме того, из топливных ресурсов наиболее ценным является уран, для добычи которого были построены такие населенные пункты Учкудук (1961 г.) и Шалхар (1989 г.). Вокруг населенных пунктов вблизи месторождения образовались антропогенные горы, которые представляют собой своеобразный ландшафт. Поскольку эти горы состоят из неукрепленных пород, они наносят значительный ущерб населенным пунктам из-за пыли во время ветра.

В то время как численность населения в вышеупомянутых городских поселениях растет из-за большого количества рабочих мест, развития сферы услуг, высокой заработной платы, сельское население районов Томди, Конимех и Учкудук, расположенных в пустынной местности, сокращается в период с 1992 по 2023 год в основном из-за двух факторов. Это связано, во-первых, с эмиграцией неместного населения на родину в результате обретения независимости, а во-вторых, с уменьшением поголовья скота на животноводческих фермах из-за континентализации климата. Именно в вышеназванных районах доля узбекской национальности в регионе наименьшая, а казахов и каракалпаков, напротив, больше. Это также заметно в миграции населения. В частности, из-за климатической миграции в 2010-2023 гг. численность населения в аулах Кунтай, Джузкудук и Мингбулак Учкудукского района сократилась на 91,2; 88,8; 77,6% соответственно, в аулах Актакир, Кызылкудук, Аджырыкты Томдинского района также сократилась на 55-67%. Такая же ситуация наблюдается в Элтае, Кенбае и других аулах Конимехского района. За последние 15 лет более 10 аулов Учкудукского и Томдинского районов прекратили свое существование за счет переселения жителей. В тех районах, где количество деревень уменьшилось, между ними увеличилось среднее расстояние. Среднее расстояние между селами увеличилось с 45 км до 60 км в Учкудукском районе и с 35,4 км до 42,1 км в Томдинском районе соответственно в 2010-2022 годах. Это связано, во-первых, с небольшим количеством сельских населенных пунктов в этих районах, а во-вторых, с тем, что площадь территории районов чрезвычайно велика. На таких территориях практически невозможно равномерно развивать сферы бытового обслуживания, объекты социальной инфраструктуры.

Заключение. Следующие факторы отрицательно сказываются на проживании малочисленного населения в пустыне Кызылкум:

1) Природные: отсутствие проточной воды, неблагоприятный климат, неплодородная почва.

2) Социально-экономические: вынужденная закупка питьевой воды, постоянные рабочие места имеются только в районных центрах и городах, поголовье скота в сельской местности сокращается в связи с континентализацией климата, не налажен общественный транспорт, соединяющий отдельные села (Джузкудук, Буранбай и другие) с районными центрами, расстояние между населенными пунктами затрудняет их постоянное общение, повышенные цены, в большинстве небольших деревень (Нурмахан, Сукетти и др.) даже нет магазинов, потребление овощей и бахчевых продуктов невероятно низкое.

3) Демографические: высокая положительная миграция в городских районах и отрицательная миграция в сельских районах, низкие показатели рождаемости.

4) Экологические: сильное воздействие пыли, ветра, Аральского песка и т.д. [6].

Нетрудно понять, насколько велико влияние этих факторов на численность населения и его расселение. Для предотвращения возникших проблем должны быть разработаны комплексные исследования, государственные программы. Особенно целесообразно рыть артезианские скважины путем выявления пресноводных слоев, повышать продуктивность пустынных пастбищ, увеличивать поголовье каракульских овец и верблюдов, высаживать на территории подходящие ксерофитные кустарники и травянистые растения для защиты от пыли, а также организовывать в определенные сроки передвижные ярмарки со скидкой, в дальнейшем использовать современные воздушные транспортные средства на 2-3 человека для скорой медицинской помощи.

В заключение отметим, что при правильной территориальной организации населения территории развиваются всесторонне. Учет природных и социально-экономических факторов при размещении всех отраслевых секторов в данных регионах служит обеспечению устойчивого развития территорий.

Список литературы

1. Тожиева З.Н. Ўзбекистон Республикасида демографик жараёнлар ва уларнинг ҳудудий хусусиятлари. г.ф.д. дисс. Т.: ЎзМУ, 2017. 206 б.

2. Симагин Ю.А. Территориальная организация населения: Учебное пособие / Под общ. ред. В.Г. Глушковой. Дашков и К°, 2009. 232 с.

3. Аббосов С.Б. Қизилқум чўли ландшафтлари динамикаси ва экологияси. Монография. Самарқанд, 2019. 174 с.

4. Дружинин А.Г. Территориальная организация современного российского общества: важнейшие тренды и их проявления на Юге России. М., 2012. С. 2.

5. Копилов В.А. География населения. Учебное пособие. М., 1999. С. 6.

6. Тожиева З.Н., Шерхолов О.И. Иқтисодий ва ижтимоий географиянинг замонавий муаммолари: Жамиятни ҳудудий ташкил этиш // «Zamonaviy geografik tadqiqotlar: nazariya, amaliyot, innovatsiya. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya». Samarqand, 2023. B. 470-473.

7. Хорев Б.С., Смидович С.Г. Расселение населения: Основные понятия и методология. М.: Финансы и статистика, 1981.192 с.

УДК 581.9(234.81)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1334-1337

ИНВАЗИОННЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ СТЕПНЫХ УЧАСТКОВ НА ЮГО-ЗАПАДЕ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ (БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

INVASIVE PLANT SPECIES OF STEPPE AREAS IN THE SOUTH-WEST OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND (BELGOROD REGION)

Тохтарь В.К., Курской А.Ю.
Tokhtar V.K., Kurskoy A.Yu.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия
Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru, kurskoy@bsu.edu.ru

Аннотация. Одним из основным зональным типом растительности региона, наравне с дубравами, являются степные участки. Но степи в настоящее время почти полностью замещены агрофитоценозами, сохранились почти исключительно на крутых склонах балок, высоких берегах рек – недоступных для распашки и выпаса и в условиях заповедного режима (участок «Ямская степь» природного заповедника «Белогорье»). Согласно классификации Е.М. Лавренко, представлены формациями луговых, типичных, кустарниковых и тимьянниковых степей. Для настоящих (типичных) степей характерны злаки. Небольшие участки ковыльных степей встречаются на юго-востоке области и в приоскольских районах. Кустарниковые степи, с равномерно разбросанными кустарниками на фоне травостоя, занимают как плакоры, так и склоны (северных и западных экспозиций) балок. Тимьянниковые степи приурочены к склонам с близким залеганием карбонатных пород.

В данной статье приводятся многолетние данные (2015-2022 гг.) об инвазионных видах, зарегистрированных на степных участках в пределах государственных природных заказников (ГПЗ) Белгородской области. В результате маршрутно-флористического обследования 26 ГПЗ было обнаружено 14 видов высших сосудистых растений, 3 из которых (*Acer negundo* L., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Robinia pseudoacacia* L.) относятся к видам-трансформерам.

Ключевые слова: инвазионный компонент флоры, чужеродные виды, Белгородская область.

Abstract. One of the main zonal vegetation types of the region, along with oak forests, are steppe areas. But the steppes are now almost completely replaced by agrophytocenoses, preserved almost exclusively on the steep slopes of gullies, high river banks – inaccessible for plowing and grazing and in a protected area (the Yamskaya Steppe section of the Belogorye Nature Reserve). According to the classification of E.M. Lavrenko, they are represented by formations of meadow, typical, shrubby and thyme steppes. Cereals are typical for real (typical) steppes. Small areas of the kovyl steppes are found in the south-east of the region and in the Prioskolsky districts. Shrubby steppes, with evenly scattered shrubs against a background of grass, occupy both the corridors and the slopes (of the northern and western expositions) of the gullies. Thyme steppes are confined to slopes with close occurrence of carbonate rocks.

This article provides long-term data (2015-2022) on invasive species registered in steppe areas within the state nature reserves (SNR) of the Belgorod region. As a result of a route-floral survey of 26 SNR, 14 species of higher vascular plants were found, 3 of which (*Acer negundo* L., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Robinia pseudoacacia* L.) belong to the transformer species.

Key words: invasive component of flora, alien species, Belgorod region.

Введение. Основными компонентами «новой эпохи» являются биологические инвазии чужеродных организмов в те части Земного шара, где они не встречаются в естественной среде обитания [1-3]. Знания о распространенности чужеродных растений и мониторинг изменений их статуса лежат в основе рациональных мер по управлению инвазией этих видов [4, 5].

Экспансия чужеродных растений воздействует на биоразнообразие природных сообществ, меняют состав региональной флоры, преобразует ландшафты целых регионов [6-8].

Задачами, которые авторами были поставлены в данном исследовании были следующие:

1. Проанализировать состав инвазионных видов степных участков ГПЗ региона.

2. Выделить группы инвазионных видов согласно их встречаемости в степных экотопах ГПЗ юго-запада Среднерусской возвышенности.

В Белгородской области одна из самых высоких по стране площадь распашки – 1651 тыс. га или 60,9% от территории области, по состоянию на 2010 год [9]. Помимо этого, из-за больших сплошных площадей, вовлеченных в распашку, возобновились такие негативные явления, как усиление ветровой и водной эрозии, потеря продуктивности почв, нарушение гидрологического

режима и т.д. Для решения части проблем, создаваемых такой высокой долей площадей, занятых полностью антропогенно преобразованными экосистемами, в регионе начата реализация программы «Зеленая столица». Однако несмотря на безусловно позитивные цели, которые ставят данные программы – предотвращение эрозии, восстановление водного режима, поддержание плодородия почв – методы, которыми они реализуются на практике, вызывают серьезную обеспокоенность с точки зрения экологической безопасности и сохранения биологического разнообразия. Поэтому комплексные флористические исследования, посвященные изучению инвазионного компонента флоры в пределах региональной сети особо охраняемых природных территорий региона, являются важными.

Материалы и методы. Белгородская область представляет собой приподнятую и пологоволнистую слегка всхолмленную равнину, сильно расчлененную глубоко вдающимися в нее широкими древними речными долинами и множеством балок и оврагов. Она располагается в центре Восточно-Европейской равнины на границе различных природных зон: северо-западная часть находится в лесостепной зоне, а юго-восточная – в степной зоне европейской части России.

Район исследования расположен в области умеренно-континентального климата, где годовое количество осадков составляет от 450 до 575 мм, поэтому наблюдаются различия: степень континентальности климата в западной части ниже, чем в восточной, что влияет и на формирование растительного покрова [10].

Исследование проводилось в период с 2015 по 2022 гг. на юго-западе Среднерусской возвышенности, которая рассматривается нами в пределах административных границ Белгородской области [11]. Список особо охраняемых природных территорий согласно «Постановлению правительства Белгородской области…» [12]. Нами были изучены 26 участков из 11 административных районов и городских округов области *(таблица 1)*.

Таблица 1

Список изученных объектов

№ п/п	Обследованные территории	S, га	Обозначение
Алексеевский городской округ			
1	Участок нетронутой степи (с. Ковалево)	348,0	С6
Белгородский район			
2	Склон степной балки к востоку от ж.-д. ст. «Болховец»	1,0	С13
Валуйский городской округ			
3	Урочище «Борки»	220,0	С9
Вейделевский район			
4	Участок нетронутой степи (хут. Придорожный)	2,0	С8
Волоконовский район			
5	Балка «Троицкий яр» (с. Погромец)	15,0	С3
6	«Сниженные альпы» (с. Нижние Лубянки)	5,0	С4
7	Балка «Голофеевский яр» (с. Голофеевка)	40,0	С11
8	Степной участок «Коломыцевская балка»	7,0	С20
9	«Сидорихина балка» (с. Новое)	10,0	С21
Красненский район			
10	Участок луговой степи (с. Сетище)	10,0	С7
Красногвардейский район			
11	Верховья р. Уточка (хут. Высокий)	25,0	С12
12	Балка «Городная» (с. Засосна)	45,5	С14
13	Степная балка (хут. Ковалев)	20,5	С22
14	Балка «Мокрый Яр» (с. Ливенка)	96,0	С23
Новооскольский городской округ			
15	«Меловая гора» (с. Беломестное)	30,0	С5
Прохоровский район			
16	Склон балки от урочища «Становое» (с. Шахово)	3,0	С24
17	Балка юго-восточнее с. Лучки	5,0	С25
Ровеньский район			

№ п/п	Обследованные территории	S, га	Обозначение
18	Участок луговой степи (хут. Бережной)	30,0	С26
Шебекинский городской округ			
19	Степная балка (с. Графовка)	5,0	С1
20	Северная часть Козьмодемьяновского мелового лога (с. Вознесеновка)	0,5	С2
21	Степная балка (с. Архангельское)	2,5	С10
22	Южный склон Маломихайловского лога, примыкающий к реликтовому бору (с. Маломихайловка)	3,0	С15
23	Степной склон (п. Шамино)	1,5	С16
24	Степная балка (с. Нехотеевка)	2,0	С17
25	Степная балка (с. Зиборовка)	1,5	С18
26	Степная балка (хут. Балки)	2,0	С19

Встречаемость вида определялась как отношение встреч инвазионных видов, к общему числу ГПЗ (в %). Далее каждому виду присваивался определенный класс встречаемости: I (0-20%) – очень низкая, II (21-40%) – низкая, III (41-60%) – средняя, IV (61-80%) – высокая, V (81-100%) – очень высокая.

Степные участки в регионе являются одним из основным зональным типом растительности региона, наравне с дубравами. В настоящее время почти полностью замещены агрофитоценозами, сохранились почти исключительно в условиях заповедного режима (участок «Ямская степь» природного заповедника «Белогорье»), а также некоторых ГПЗ (13,7% от общего количества).

Экологическая структура инвазионных видов оценивалась при помощи линейной системы жизненных форм В.Н. Голубева (1996) [13].

Анализ способа иммиграции и времени заноса проводился с использованием традиционных подходов к классификации растений [1, 14].

Результаты исследований. Среди 14 инвазионных видов, отмеченных в степных экотопах, наиболее часто встречаются: *Acer negundo* L. (34,5%), *Malus domestica* Borkh. (31,0%), *Fraxinus pennsylvanica* Marshall (27,6%), *Elaeagnus angustifolia* L. (20,7%). Все они имеют II класс (низкая встречаемость). Оставшиеся 10 видов имеют I класс (очень низкую встречаемость): *Lonicera tatarica* L., *Robinia pseudoacacia* (по 13,8% каждый), *Erigeron annuus* (L.) Pers. (10,3%), *Cyclachaena xanthiifolia* L. (Nutt.) Fresen., *Erigeron canadensis* L., *Prunus armeniaca* L. (по 6,9% каждый), *Cotinus coggygria* Scop., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Prunus cerasifera* Ehrh., *Sambucus nigra* L. (по 3,4% каждый).

В изученных степных участках региона наибольшую активность проявляют нижеперечисленные виды.

Acer negundo выступает в качестве вида-трансформера в основании степного склона образуя заросли (30 м × 5 м) (Шебекинский г.о., степной склон вблизи п. Шамино), а также образует заросли (5 м × 2 м) на южном склоне Маломихайловского лога, с. Маломихайловка (Шебекинский г.о.).

Parthenocissus quinquefolia выступает в качестве вида-трансформера в основании степного склона образуя заросли (10 м × 4 м) (Волоконовский р-н, «Сниженные альпы», с. Нижние Лубянки).

Robinia pseudoacacia образует небольшие по площади заросли (2 м × 2 м) в степной балки «Троицкий яр» (Волоконовский р-н) и (3 м × 2 м) степной балки у с. Графовка (Шебекинский г.о.).

Lonicera tatarica образует небольшие по площади заросли (4 м × 2 м) в экотопах степной балки у хут. Балки (Шебекинский г.о.).

Анализируя результаты исследования 26 степных участков в пределах ГПЗ региона, можно отметить, что в двух из них (С11, С25) не было зарегистрировано ни одного инвазионного вида.

Среди жизненных форм, согласно В.Н. Голубеву [11], в большинстве экотопов преобладают деревья, доля которых составляет от 50,0% (С13) до 100,0% (С1, С2, С3, С7, С8, С10, С12, С14, С15, С20, С22, С24, С26). Среди травянистых видов преобладают яровые однолетники, доля которых составляет от 25,0% (С13) до 66,7% (С18).

По географическому происхождению североамериканские виды были отмечены в 18 из 26 степных участков, однако преобладают лишь в 10, где их доля составляет от 50,0% (С6, С10, С13) до 100,0% (С3, С14, С17, С18, С23, С24, С26). Европейские виды зарегистрированы в 10 ГПЗ, однако

преобладают лишь в двух, где их доля составляет по 100,0% (С8, С22). Средиземноморские виды отмечаются в 7 экотопах, однако преобладают лишь в экотопе (С9), где их доля составляет 100,0%. Сибирские виды встречаются только в четырех экотопах, однако преобладают лишь в экотопе (С19), где их доля составляет 100,0%. Азиатские виды были отмечены только в двух экотопах, однако преобладают лишь в экотопе (С2), где их доля составляет 100,0%. Кавказский вид *Prunus cerasifera* был зарегистрирован только в экотопе (С1), где его доля составляет 20,0%.

По отношению к условиям увлажнения в 16 из 26 изученных экотопов степных участков преобладают эумезофиты, доля которых составляет от 33,3% (С7) до 100,0% (С2, С8, С14, С15, С16, С17, С18, С20, С22, С24, С26). Ксеромезофиты были отмечены в 11 экотопах, где их доля составляет от 20,0% (С1) до 100,0% (С9, С19). Мезоксерофиты зарегистрированы только в 7 экотопах, где их доля составляет от 20,0% (С1) до 66,7% (С6).

По способу заноса видов ксенофиты преобладают только в двух экотопах, где их доля составляет от 66,7% (С18) до 100,0% (С21). В остальных 24 – преобладают эргазиофиты, доля которых составляет от 50,0% (С5, С12, С23) до 100,0% (С2, С3, С6, С8, С9, С14, С15, С19, С20, С22, С24, С26).

Заключение. По результатам многолетних исследований (2015-2022 гг.) проведен всесторонний анализ современной структуры инвазионного компонента флоры в пределах естественных местообитаний государственных природных заказников юго-запада Среднерусской возвышенности. В ходе исследования, помимо изучения степных участков, были обследованы другие экотопы из состава ГПЗ региона: меловые обнажения, сосняки на мелах, влажные сосняки, опушки, дубравы, отмели, берега водоемов, болота, пойменные луга, ольшаники, ивняки.

Установлено, что наиболее устойчивыми к инвазиям чужеродных видов являются флорокомплексы степных местообитаний, а наименее устойчивыми экотопами являются берега водоемов, в пределах границ которых было зарегистрировано 25 инвазионных видов (62,5% от общего количества инвазионных видов, отмеченных в ГПЗ региона).

Список литературы

1. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.

2. Essl F., Bacher S., Genovesi P., Hulme P.E., Jeschke J.M., Katsanevakis S., Kowarik I., Kühn I., Pyšek P., Rabitsch W., Schindler S., van Kleunen M., Vilà M., Wilson J.R.U., Richardson D.M. Which taxa are alien? Criteria, applications, and uncertainties // BioScience, 2018. Vol. 68. Iss. 7. P. 496-509. DOI: 10.1093/biosci/biy057.

3. Richardson D.M., Pyšek P. Fifty years of invasion ecology – the legacy of Charles Elton // Diversity and Distributions, 2008. Vol. 14. Iss. 2. P. 161-168. DOI: 10.1111/j.1472-4642.2007.00464.x.

4. Тохтарь В.К., Курской А.Ю. Инвазионные растения юго-запада Среднерусской возвышенности: монография. Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2019. 120 с.

5. Blackburn T.M., Essl F., Evans T., Hulme P.E., Jeschke J.M., Kühn I., Kumschick S., Marková Z., Mrugała A., Nentwig W., Pergl J., Pyšek P., Rabitsch W., Ricciardi A., Richardson D.M., Sendek A., Vilà M., Wilson J.R.U., Winter M., Genovesi P., Bacher S. A unified classification of alien species based on the magnitude of their environmental impacts // PLoS Biology, 2014. Vol. 12: e1001850. DOI: 10.1371/journal.pbio.1001850.

6. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Адвентизация растительности: инвазивные виды и инвазибельность сообществ // Успехи современной биологии, 2001. Т. 121. № 6. С. 550-562.

7. Абрамова Л.М. *Cyclachaena xanthiifolia* в южных районах Предуралья (Башкортостан) // Ботанический журнал, 2003. Т. 88. № 4. С. 67-76.

8. Pyšek P., Chytrý M., Pergl J., Sádlo J., Wild J. Plant invasions in the Czech Republic: current state, introduction dynamics, invasive species and invaded habitats // Preslia, 2012. Vol. 84. Iss. 3. P. 575-629. DOI: 10.1007/978-3-319-63181-3_8

9. Титова С.В., Кобяков К.Н., Золотухин Н.И., Полуянов А.В. Белогорье без белых гор? Угрозы степным экосистемам в Белгородской области. М., 2014. 40 с.

10. Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области: атлас: учебно-справочное картографическое пособие. Белгород: БелГУ, 2005. 179 с.

11. Курской А.Ю. Инвазионные виды растений в государственных природных заказниках на юго-западе Среднерусской возвышенности: автореф. дисс. … канд. биол. наук. Ялта, 2023. 24 с.

12. Постановление правительства Белгородской области № 299-пп от 15 августа 2016 г. «Об утверждении перечней особо охраняемых природных территорий регионального значения Белгородской области».

13. Голубев В.Н. Биологическая флора Крыма. Ялта: НБС-ННЦ, 1996. 126 с.

14. Туганаев В.В., Пузырев А.Н. Гемерофиты Вятско-Камского междуречья. Свердловск: Изд-во Уральского университета, 1988. 128 с.

УДК 631/635; 502/504; 911
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1338-1342

СТЕПНЫЕ АГРОЭКОСИСТЕМЫ НА ПРЕДЕЛЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

STEPPE AGROECOSYSTEMS IS AT ITS LIMIT

Трофимов И.А.[1,2,3]
Trofimov I.A.[1,2,3]

[1]ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса, Московская обл., Лобня, Россия
[2]Тамбовский государственный ун-т им. Г.Р. Державина, Институт естествознания, Тамбов, Россия
[3]Российская экологическая академия, Москва, Россия
[1]Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Moscow region, Lobnya, Russia
[2]Tambov Derzhavin State University, Institute of Natural Sciences, Tambov, Russia
[3]Russian Academy of Ecology, Moscow, Russia

E-mail: viktrofi@mail.ru

Аннотация. В мире 98 процентов продовольствия выращивается на суше. Вклад степных агроэкосистем в выращивание продовольствия и кормов наиболее велик. Наибольшую нагрузку на мировые земельные, почвенные и водные ресурсы степных агроэкосистем оказывает сельское хозяйство. На сельскохозяйственных землях концентрируется и расширяется использование химических средств, сельскохозяйственной техники, монокультурного земледелия и выпаса скота. Состояние мировых земельных и водных экосистем для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства стало существенно хуже, чем было десять лет назад, когда уже отмечалось их критическое состояние. Многие из продуктивных экосистем находятся под угрозой. Системы землепользования и водопользования сегодня работают на пределе возможностей. Только при ведущей роли государства, наличии политической воли, адаптивного подхода к разработке политики и систематических инвестиций возможно широкомасштабное управление земельными и водными ресурсами для изменения ситуации. Важнейшую роль играет взаимодействие с сельхозпроизводителями, которые непосредственно занимаются управлением почвенными ресурсами и сохранением водных экосистем в агроландшафтах. Они являются распорядителями природных ресурсов и проводниками перемен, поскольку обеспечивают освоение, адаптацию и внедрение необходимых инноваций.

Ключевые слова: сельское хозяйство, землепользование, водопользование, инновации.

Abstract. In the world, 98 percent of food is grown on land. The contribution of steppe agroecosystems to the cultivation of food and feed is the greatest. Agriculture exerts the greatest burden on the world's land, soil and water resources of steppe agroecosystems. The use of chemicals, agricultural machinery, monoculture farming and livestock grazing is concentrated and expanding on agricultural lands. The state of the world's land and water ecosystems for food production and agriculture has become significantly worse than it was ten years ago, when their critical condition was already noted. Many of the productive ecosystems are under threat. Land use and water use systems are currently operating at the limit of their capabilities. It is only with the leading role of the State, the presence of political will, an adaptive approach to policy development and systematic investments that large-scale management of land and water resources is possible to change the situation. Interaction with agricultural producers, who are directly involved in the management of soil resources and the conservation of aquatic ecosystems in agricultural landscapes, plays an important role. They are stewards of natural resources and agents of change, as they ensure the development, adaptation and implementation of necessary innovations.

Key words: agriculture, land use, water use, innovation.

В мире 98 процентов продовольствия выращивается на суше. Вклад степных агроэкосистем в выращивание продовольствия и кормов наиболее велик. Возможностей для расширения площади продуктивных земель мало.

Основополагающее значение для сохранения степных агроэкосистем имеют забота о земле, водных ресурсах и особенно о здоровье почв, факторах, которые обеспечивают продовольственную и экологическую безопасность.

Наибольшую нагрузку на мировые земельные, почвенные и водные ресурсы степных агроэкосистем оказывает сельское хозяйство.

На сельскохозяйственных землях концентрируется и расширяется использование химических средств, сельскохозяйственной техники, монокультурного земледелия и выпаса скота. Влияние этих факторов распространяется на другие территории и приводит к деградации земель и загрязнению поверхностных и подземных вод.

Истощительное природопользование и нанесение ущерба окружающей среде постепенно приводят к замедлению роста производительности сельского хозяйства и увеличению затрат на производство сельскохозяйственной продукции.

Расширение масштабов экологически ответственного рационального природопользования будет способствовать улучшению состояния земельных и водных ресурсов степи и росту производительности сельского хозяйства.

Рациональный ландшафтно-экологический подход к природопользованию в степи согласуется с задачами Стратегической рамочной программы ФАО: «улучшение производства, улучшение качества питания, улучшение состояния окружающей среды и улучшение качества жизни».

Состояние мировых земельных и водных экосистем для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства стало существенно хуже, чем было десять лет назад, когда отмечалось их критическое состояние. Многие из продуктивных экосистем находятся под угрозой.

Как отмечается в Докладе «Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства» (СОЛАВ 2021): «В дальнейшем наша продовольственная безопасность будет зависеть от того, сумеем ли мы сохранить земельные, почвенные и водные ресурсы планеты. Растущий спрос на продукцию агропродовольственного сектора требует от всех нас поиска новаторских путей достижения целей в области устойчивого развития в условиях меняющегося климата и утраты биоразнообразия» [1].

Авторы доклада утверждают, что успех во многом будет зависеть от того, насколько хорошо мы сможем управлять рисками, угрожающими качеству наших наземных и водных экосистем, насколько удачно нам удастся сочетать инновационные технические и институциональные решения в конкретных обстоятельствах на местах, а главное – насколько эффективно мы будем внедрять усовершенствованные системы управления земельными и водными ресурсами.

Вопросы внедрения здесь особенно актуальны и для России. Важно признать, что многие землепользователи, которые являются проводниками перемен в природопользовании и землепользовании, либо не могут, либо не хотят их внедрять.

Бедные лишены доступа к тем преимуществам, которые дает технический прогресс. Несмотря на то, что технические решения конкретных проблем, связанных с земельными и водными ресурсами, легко осуществимы.

Богатые больше заинтересованы в своих доходах, чем в рациональном землепользовании.

Масштабирование инклюзивных форм управления земельными и водными ресурсами возможно только при наличии политической воли, адаптивного подхода к разработке политики и систематических инвестиций. И, что особенно важно, это возможно только при ведущей роли государства.

В мире в сельскохозяйственном обороте находится порядка 4750 млн га земли для нужд растениеводства и животноводства. Площади под временными и постоянными культурами составляют более 1500 млн га, а земли, постоянно используемые в качестве лугопастбищных угодий, занимают почти 3300 млн га. В целом площадь сельскохозяйственных угодий за 20 лет, по сравнению с 2000 годом, почти не изменилась, но площади под постоянными и орошаемыми культурами увеличились.

В то же время площади под постоянными лугопастбищными угодьями значительно сократилась. Они стали менее востребованными, или вовсе ненужными крупным сельхозпроизводителям. В России агрохолдинги и крупные сельхозпроизводители используют преимущественно стойловое содержание скота.

С изменением климата сельскохозяйственные предприятия приспосабливаются к новым тепловым режимам, которые могут нарушать стадии роста сельскохозяйственных культур и экологию почв, на которых они растут, способствуют распространению болезней и вредителей сельскохозяйственных культур.

По мере интенсификации сельского хозяйства все больше фактов указывает на то, что степень и серьезность деградации земель в мире растут: почвы подвергаются эрозии, запасы питательных веществ истощаются, засоление увеличивается. Антропогенной деградации подвергаются 34 процента (1660 млн га) сельскохозяйственных земель. Возможности обработки

маргинальных земель и повышения интенсификации производства на существующих пахотных землях ограничены.

Идет процесс разделения сельскохозяйственных систем на два лагеря. Большая часть сельскохозяйственных земель находится в руках крупных коммерческих агрохолдингов, а многие миллионы мелких землевладельцев ведут натуральное хозяйство на землях, подверженных деградации и дефициту воды.

Основными социально-экономическими факторами, определяющими спрос на земельные и водные ресурсы, являются рост численности населения, урбанизация и экономический рост.

Текущая нагрузка на ограниченные возобновляемые земельные, почвенные и водные ресурсы беспрецедентна. Более высокие доходы и городской образ жизни меняют спрос на продовольствие: люди отдают предпочтение более ресурсоемким продуктам: животным белкам, фруктам и овощам.

Ожидается, что к 2050 году население планеты вырастет до 9,7 млрд человек, т.е. на 26% по сравнению с 2019 годом (7,7 млрд). При этом самый быстрый рост населения наблюдается в беднейших регионах, в том числе в субсахарской Африке, где к 2050 году население должно удвоиться, что создаст огромные проблемы для достижения Целей устойчивого развития (ЦУР), в том числе, ЦУР 1 (ликвидация нищеты), ЦУР 2 (ликвидация голода), ЦУР 6 (чистая вода и санитария) и ЦУР 15 (сохранение экосистем суши).

Порядка 80% страдающих от крайней нищеты являются жителями сельских районов; большинство из них проживает в развивающихся странах, и их источники средств к существованию очень сильно зависят от сельского хозяйства. Этот сектор играет ключевую роль в сокращении масштабов нищеты и достижении ЦУР, но он в значительной степени подвержен нынешним и будущим климатическим рискам. Меры реагирования на эти риски стали неотъемлемой частью стратегий повышения устойчивости к внешним воздействиям.

Неконтролируемая урбанизация и вынужденная миграция являются угрозами для устойчивого управления ресурсами. К 2050 году двое из трех человек будут жителями больших и малых городов, и наибольший рост будет наблюдаться в наименее развитых регионах Африки и Азии. Городские жители потребляют 80 процентов всего производимого в мире продовольствия. Пищевые продукты, прошедшие технологическую обработку, могут стать доминирующими в рационе городских жителей, что приведет к серьезным и масштабным последствиям для здоровья, включая неполноценное питание, ожирение и дефицит микроэлементов.

Риски очень серьезны. Риски множатся. Прогрессирующие риски антропогенной деградации земель, эрозии почв, засоления и загрязнения грунтовых вод не воспринимаются как проблема, требующая безотлагательного решения, но эти риски серьезны и постоянны. Риск антропогенной деградации земель в первую очередь затрагивает пахотные земли. Почти треть богарных пахотных земель и почти половина орошаемых подвержены риску антропогенной деградации.

Засоление почв ежегодно выводит из производства 0,3-1,5 млн га сельскохозяйственных угодий и снижает продуктивность еще 20-46 млн га земель. По данным Министерства сельского хозяйства США, из-за засоления, осолонцевания и опустынивания из сельскохозяйственного использования ежегодно выбывают примерно 10 млн га пахотных земель.

Деградация земель обратима, но все не так просто. Восстановление деградированных земель возможно, но для этого необходимы существенные реформы в сфере земле- и водопользования.

Дефицит пресной воды, истощение подземных вод также угрожают продовольственной и экологической безопасности.

Ключевым фактором является информированность о рисках. Сельхозпроизводители и организаторы природопользования должны быть гораздо лучше осведомлены о рисках. Они должны разрабатывать свои меры реагирования и планы действий на случай чрезвычайных ситуаций совместно со специалистами по планированию. От прогнозирования ситуаций – к планированию мероприятий.

Системы землепользования и водопользования работают на пределе возможностей. Нагрузка на системы земле- и водопользования снижает производительность сельского хозяйства. И это происходит именно тогда и именно там, где рост больше всего необходим для достижения глобальных целей устойчивости в области производства продовольствия.

Антропогенная деградация земель и дефицит воды повышают уровни риска для сельскохозяйственного производства и экосистемных услуг [1-21].

Изменение климата добавляет неопределенности к агроклиматическим рискам, с которыми сталкиваются производители, особенно те, кто меньше всего способен противостоять потрясениям и испытывает проблемы с продовольственной безопасностью. Нестабильность климата и экстремальные гидрологические и метеорологические явления, так или иначе, коснутся всех производителей, но риски выше там, где обеспеченность ресурсами минимальна, население растет, а экономические возможности для адаптации местных продовольственных систем ограничены.

Заключение

Состояние. Связанные между собой системы земельных, почвенных и водных ресурсов истощены до предела. Состояние сельскохозяйственных систем мира ухудшается, и последствия этого ухудшения ощущаются во всей глобальной продовольственной системе.

Существующие модели интенсификации сельского хозяйства оказались неустойчивыми. Нагрузка на земельные и водные ресурсы возросла до такой степени, что продуктивность основных сельскохозяйственных систем снизилась, а источники средств к существованию оказались под угрозой.

Идет процесс поляризации сельскохозяйственных систем. В сельскохозяйственном землепользовании доминируют крупные коммерческие агрохолдинги, а мелкие землевладельцы ведут натуральное хозяйство на землях, подверженных деградации и дефициту воды.

Проблемы. Будущее сельскохозяйственное производство будет зависеть от управления рисками ухудшения качества земельных и водных ресурсов. Для поддержания функционирования систем земельных, почвенных и водных ресурсов необходимо добиться более значимого синергетического эффекта. Это нужно для того, чтобы сохранить требуемые темпы роста сельского хозяйства, не допуская дальнейшего ухудшения качества экологических услуг.

Земельным и водным ресурсам понадобится защита. Пространство возможностей для обращения вспять тенденций к ухудшению состояния и истощению ресурсов очень сузилось, и сложность и масштаб этой задачи не следует недооценивать.

Меры реагирования. Управление земельными и водными ресурсами должно быть более инклюзивным и адаптивным. Инклюзивное управление играет важнейшую роль в распределении и рациональном использовании природных ресурсов. Без этого технические решения по смягчению последствий деградации земель и дефицита воды едва ли увенчаются успехом.

Для масштабирования комплексных решений необходимо их планирование на всех уровнях. Планирование позволяет определить критические пороги в системах природных ресурсов и меры по борьбе с деградацией земель. Если такие меры будут оформлены в виде комплексов или программ технической, институциональной, управленческой и финансовой поддержки, то с их помощью процесс деградации земель можно будет обратить вспять.

Для решения приоритетных задач и ускорения преобразований могут быть использованы технические и управленческие инновации. Задачи по восстановлению заброшенных земель, борьбе с засухами и преодолению дефицита воды могут быть решены путем внедрения новых технологий и подходов к управлению.

Меры по оказанию помощи и инвестиции в сфере сельского хозяйства можно перераспределить таким образом, чтобы они способствовали достижению тех социальных и экологических выгод, которые приносит рачительное использование земельных и водных ресурсов. Существует возможность постепенного многоэтапного финансирования сельскохозяйственных проектов, которое можно было бы увязать с перераспределением субсидий на цели поддержания функционирования систем земельных и водных ресурсов.

Только при ведущей роли государства, наличии политической воли, адаптивного подхода к разработке политики и систематических инвестиций возможно широкомасштабное управление земельными и водными ресурсами.

Важнейшую роль в этом играет конструктивное взаимодействие с основными заинтересованными сторонами: фермерами, скотоводами, лесоводами и мелкими сельхозпроизводителями, которые непосредственно занимаются управлением почвенными ресурсами и сохранением водных экосистем в сельскохозяйственных ландшафтах. Они являются распорядителями природных ресурсов и лучшими проводниками перемен, поскольку

обеспечивают освоение, адаптацию и внедрение инноваций, необходимых нам для создания устойчивого будущего.

Список литературы

1. ФАО. 2021. Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Системы на пределе. Сводный доклад 2021. Рим. URL: https://doi.org/10.4060/cb7654ru. (дата обращения: 15.12.2023).
2. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642.
3. Косолапов В.М, Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. /Рациональное природопользование и кормопроизводство в сельском хозяйстве России /М.: РАН, 2018. 132 с.
4. Они открывали Землю! Вернадский Владимир Иванович. URL: http://i.geo-site.ru/node/24 (дата обращения: 15.12.2023).
5. Они открывали Землю! Вильямс Василий Робертович. URL: http://i.geo-site.ru/node/190 (дата обращения: 21.12.2023).
6. Они открывали Землю! Докучаев Василий Васильевич. URL: http://i.geo-site.ru/node/203 (дата обращения: 11.12.2023).
7. Моисеев Н.Н. Экология человечества глазами математика. М.: ЛЕНАНД, 2022. 256 с.
8. На грани истощения. Почвенные ресурсы России используют неразумно. URL: https://poisknews.ru/magazine/12970 (дата обращения: 11.12.2023).
9. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. В 2-х томах. М.: Изд-во Агрорус, 2009-2011. Т. I. 816 с.; Т. II. 624 с.
10. Каштанов А.Н. Земледелие. Избранные труды. М.: Россельхозакадемия, 2008. 685 с.
11. Оптимизация структуры земельного фонда и развитие сети ООПТ в степной зоне России / Под науч. ред. академика РАН А.А. Чибилева. Оренбург: ИС УрО РАН, 2016. 212 с.
12. Чибилёв А.А. Степная Евразия: проблемы идентификации мегарегиона и сохранения ключевых ландшафтных территорий // Проблемы региональной экологии. 2015. №3. С. 191-198.
13. Тамбовская лесостепь: природа и общество / науч. ред. Н.И. Дудник, отв. ред. Е.Е. Инякина, С.В. Панков; М-во обр. и науки РФ [и др.]. Тамбов: Издательский дом ТГУ имени Г.Р. Державина, 2013. 320 с.
14. Крупко А.Э., Михно В.Б. Факторы, проблемы и основные направления устойчивого развития Центрально-Черноземного района // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология, 2019. № 1. С. 55-73.
15. Крупко А.Э., Шульгина Л.В. Проблемы и возможности устойчивого развития социально-экономических систем ЦЧР // Финансы, экономика, стратегия. 2015. № 1. С. 27-32.
16. Добровольский Г.В. Деградация почв – угроза глобального экологического кризиса // Век глобализации. 2008. № 2. С. 54-65.
17. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. «Тихий кризис» агроландшафтов Центрального Черноземья // Земледелие. 2014. № 1. С. 3-6.
18. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Сохранение земли. От разума человека к сфере разума. К 150-летию со дня рождения учеников В.В. Докучаева – В.И. Вернадского и В.Р. Вильямса // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2013. № 4. С. 90-96.
19. Чумаков А.Н. Экологические перспективы устойчивого развития: российский аспект // Экологическая этика и устойчивое развитие: Сб. науч. тр. по материалам межд. симпоз. (Улан-Удэ, 24 мая 2019 года.) Улан-Удэ: Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, 2020. С. 3-13.
20. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Рыбальский Н.Г., Снакин В.В., Емельянов А.В., Скрипникова Е.В., Горбунов А.С., Быковская О.П. Экологическое мышление и сельское хозяйство // Образование-2030. Учиться. Пробовать. Действовать: Сб. ст. VII Всерос. конф. по экологическому образованию. (Москва, 27-28 октября 2021 г.) М.: Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского, 2021. С. 278-281.
21. Доклад «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений» Президента В.В. Путина 27 декабря 2016 года в Кремле на заседании Государственного совета по вопросу «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений». URL: http://www.kremlin.ru/events/state-council/53602 (дата обращения: 11.12.2023).

УДК 631/635; 502/504; 911
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1343-1347

СОЦИАЛЬНЫЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТЕПНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

SOCIAL, ECOLOGICAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF STEPPE NATURE MANAGEMENT

Трофимов И.А.[1, 2, 3], Трофимова Л.С.[1, 3], Яковлева Е.П.[1], Емельянов А.В.[2], Скрипникова Е.В.[2]
Trofimov I.A.[1, 2, 3], Trofimova L.S.[1, 3], Yakovleva E.P.[1], Emelyanov A.V.[2], Skripnikova E.V.[2]

[1]ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса, Московская обл., Лобня, Россия
[2]Тамбовский государственный ун-т им. Г.Р. Державина, Институт естествознания, Тамбов, Россия
[3]Российская экологическая академия, Москва, Россия
[1]Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Moscow region, Lobnya, Russia
[2]Tambov Derzhavin State University, Institute of Natural Sciences, Tambov, Russia
[3]Russian Academy of Ecology, Moscow, Russia

E-mail: [1]viktrofi@mail.ru, [2]skripnikova@tsutmb.ru, [3]info@rosekoakademia.ru

Аннотация. К настоящему времени биосфера стала для человека единым жизненным пространством в географическом, биологическом, экологическом, социальном и экономическом отношениях. Большими вызовами для общества, государства и науки в настоящее время стали: 1) возрастание антропогенных нагрузок на окружающую среду до масштабов, угрожающих воспроизводству природных ресурсов, 2) неэффективное использование природных ресурсов, 3) рост рисков для жизни и здоровья людей; 4) сдерживание экономического развития страны. Социальные, экологические и экономические проблемы возникают в результате чрезмерных нагрузок и деградации степных ландшафтов, земельных угодий и плодородия почв, которые являются производительной силой сельского хозяйства. Достижение сбалансированного состояния между природной средой, социальной и экономической сферами особенно актуально, потому что в степных территориях России наблюдается огромный дисбаланс между природой и экономикой. В число этих взаимосвязанных проблем входят: здоровье населения, продолжительность жизни, количество и качество продуктов питания, качество среды обитания, сбалансированность сельского хозяйства (земледелия, растениеводства и животноводства), сбалансированность агроландшафтов, сбалансированность состава и структуры посевных площадей и севооборотов, продуктивных и протективных сельскохозяйственных культур.
Ключевые слова: окружающая среда, нагрузки, ресурсы, здоровье.

Abstract. By now, the biosphere has become a single living space for humans in geographical, biological, ecological, social and economic relations. The big challenges for society, the state and science at the present time have become: 1) an increase in anthropogenic pressures on the environment to a scale that threatens the reproduction of natural resources, 2) inefficient use of natural resources, 3) increased risks to human life and health; 4) hindering the economic development of the country. Social, environmental and economic problems arise as a result of excessive loads and degradation of steppe landscapes, land and soil fertility, which are the productive force of agriculture. Achieving a balanced state between the natural environment, social and economic spheres is especially important, because in the steppe territories of Russia there is a huge imbalance between nature and the economy. These interrelated issues include: public health, life expectancy, quantity and quality of food, quality of habitat, balance of agriculture (agriculture, crop production and animal husbandry), the balance of agricultural landscapes, the balance of the composition and structure of acreage and crop rotations, productive and protective crops.
Key words: environment, loads, resources, health.

Проблемы взаимодействия природы и общества занимают центральное положение в современной глобалистике, что делает их особенно актуальными. Глобальные интересы всего человечества сплошь и рядом приходят в противоречие с интересами региональными, национальными, клановыми, корпоративными, интересами бизнеса и т.п. В мире идет, как и прежде, жесточайшая борьба между государствами, которые выступают как заинтересованные субъекты, отстаивающие, прежде всего, свои национальные интересы. К настоящему времени биосфера стала для человека единым жизненным пространством в географическом, биологическом, экологическом, социальном и экономическом отношениях [1-3].

Большими вызовами для общества, государства и науки в настоящее время стали: 1) возрастание антропогенных нагрузок на окружающую среду до масштабов, угрожающих

воспроизводству природных ресурсов, 2) неэффективное использование природных ресурсов, 3) рост рисков для жизни и здоровья людей; 4) сдерживание экономического развития страны. До 15% ВВП мы теряем от деградации окружающей среды.

Среди приоритетов и перспектив Стратегии научно-технологического развития России особо выделены приоритеты, относящиеся к взаимосвязанным проблемам сельского хозяйства и экологии, продовольственной, экологической безопасности и здоровья человека [4]:

1. Переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству.

2. Возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы.

3. Исследования в области понимания процессов, происходящих в обществе и природе, развития природоподобных технологий, человеко-машинных систем, управления климатом и экосистемами.

Необходимо также обеспечить готовность страны к большим вызовам, еще не проявившимся и не получившим широкого общественного признания, предусмотреть своевременную оценку рисков, обусловленных научно-технологическим развитием. Ключевую роль в этом должна сыграть российская фундаментальная наука, обеспечивающая получение новых знаний и опирающаяся на собственную логику развития. Поддержка фундаментальной науки как системообразующего института долгосрочного развития нации является первоочередной задачей государства.

Сегодня в сельском хозяйстве происходит опасный перекос в сторону удовлетворения экономических интересов в ущерб экологическим, социальным и национальным. Одностороннее увлечение экономически привлекательными культурами (зерновые, подсолнечник) ведет к нарушению севооборотов, ухудшению фитосанитарного состояния посевов, развитию негативных процессов деградации сельскохозяйственных земель [5].

Чтобы сельское хозяйство было устойчивым, высокопродуктивным и экологически чистым, необходим поиск компромиссов между экономикой и экологией, бизнесом и природой. Для того, чтобы плодородие почв постоянно восстанавливалось и сохранялось, а распространение сорняков, болезней и вредителей не было чрезмерным, необходима сбалансированная структура агроландшафтов, посевных площадей и севообороты.

Сохранение агроландшафтов и плодородия почв возможно только при создании благоприятных условий для функционирования агроландшафтов, обеспечения сбалансированности продуктивных и протективных агроэкосистем, почвообразования и развития почвенной биоты, обеспечения активной жизнедеятельности основных почвообразователей – многолетних трав и микроорганизмов.

Природные ресурсы степи, прежде всего, степные травяные экосистемы и степной чернозем являются одним из важнейших национальных богатств России. Степи – основа основ нашей продовольственной и экологической безопасности.

Так, Центрально-Черноземный район занимает менее 1% (0,98%) территории России, которые в основном распахивает (8,8% пахотных земель страны), а производит 14,4% продукции сельского хозяйства России (по состоянию на 2016 год).

Степные территории со своими благоприятными природно-климатическими условиями и лучшими в мире чернозёмными почвами являются идеальными для ведения сельского хозяйства. Поэтому столетиями степи являются сельскохозяйственными территориями с истощительным землепользованием и деградацией земель.

В настоящее время продолжается неконтролируемое истощительное использование степей России. Развитие негативных процессов на сельскохозяйственных угодьях происходит в результате взаимодействия природных условий и не регламентируемых избыточных антропогенных нагрузок. Воздействие негативных факторов на сельскохозяйственные угодья приводит к их деградации, падению продуктивного потенциала, снижению продуктивности и качества продукции, уменьшению площадей наиболее ценных земель, нарушению стабильности экосистем.

Многочисленные уроки взаимодействия человека и природы, сельского хозяйства и природы в прошлом дают нам возможность своевременно думать о последствиях и обращаться к здравомыслию наших выдающихся ученых, мыслителей и практиков в поисках путей решения проблем степного природопользования [6-27].

1. В основу анализа взаимодействия человека и природы, сельского хозяйства и природы необходимо положить и в полной мере использовать идеи системного подхода к объектам

исследований совместно с единой, цельной и неделимой природой, восприятии мира, как единой природно-человеческой общности В.В. Докучаева, В.И. Вернадского, В.Р. Вильямса.

2. Социальные, экологические и экономические проблемы возникают в результате чрезмерных нагрузок и деградации степных ландшафтов, земельных угодий и плодородия почв, которые являются производительной силой сельского хозяйства. Наиболее значительные проявления негативных антропогенных факторов связаны с излишней распашкой и истощением почв, деградацией агроландшафтов, загрязнением вод и атмосферного воздуха. Достижение сбалансированного состояния между природной средой, социальной и экономической сферами особенно актуально, потому что в степных территориях России наблюдается огромный дисбаланс между природой и экономикой.

3. Социальные, экологические и экономические проблемы степных территорий взаимосвязаны и должны решаться совместно, непременно в их взаимной связи. В число этих взаимосвязанных проблем входят: здоровье населения, продолжительность жизни, количество и качество продуктов питания, качество среды обитания, сбалансированность сельского хозяйства (земледелия, растениеводства и животноводства), сбалансированность агроландшафтов, сбалансированность состава и структуры посевных площадей и севооборотов, продуктивных и протективных сельскохозяйственных культур.

4. Разбалансированность сельского хозяйства (земледелия, растениеводства и животноводства) делает его неустойчивым, ресурсорасточительным и затратным. В растениеводстве нарушаются севообороты, происходит переход от севооборотов к монокультурному земледелию – производству зерна и подсолнечника. Многие сельхозпроизводители, в т.ч. большинство КФХ выращивают только одну культуру.

5. Решение этих взаимосвязанных проблем связано с плодородием почв. Снижение плодородия почв, отрицательный баланс гумуса в почвах в результате развития эрозионных и дефляционных процессов, усиления минерализации органических компонентов почвы, интенсивной обработки, применения минеральных удобрений и ядохимикатов, отчуждения обогащенного гумусом пахотного слоя при уборке урожая представляют угрозу национальной, экологической и продовольственной безопасности страны.

6. Разбалансированность и современный низкий уровень развития хозяйства и использования природных ресурсов степных территорий не обеспечивает устойчивое состояние экономики, населения и природы района, что ведет к дальнейшей деградации природной и социальной сфер.

7. Рациональное природопользование, биологизация и экологизация сельского хозяйства требуют сокращения площади пашни, полного прекращения распашки склонов, увеличения площадей пастбищ, сенокосов, охраняемых участков степи. Требуется увеличение пастбищного животноводства, создание кормовой базы за счёт создания и использования пастбищ и сенокосов, полевого травосеяния. Необходимо увеличение площадей посевов бобовых и сидеральных культур, внесение в почву всей органики, производимой в растениеводстве и животноводстве.

8. Необходимы широкое внедрение ландшафтно-экологического подхода к земледелию, ландшафтно-экологического внутрихозяйственного землеустройства. Необходимы широкое внедрение научно-обоснованной структуры посевных площадей сельскохозяйственных культур и их чередования в системе севооборотов.

9. Несмотря на благоприятные агроклиматические ресурсы степных регионов, они являются недостаточно развитыми в социально-экономическом плане территориями России.

10. Только рациональное природопользование и землепользование в сельскохозяйственной деятельности человека, гармонизация, сбалансированность сельского хозяйства и природы являются необходимой основой для сохранения степей.

Развитие высокопродуктивного, экологически чистого и устойчивого растениеводства и земледелия невозможно также без формирования экологического мышления. Экологическое мышление – это способность правильно оценивать последствия взаимодействия человека и природы, анализировать, выявлять и прогнозировать причины и последствия принимаемых решений и возникновения экологических проблем.

Формирование экологического мышления имеет важнейшее государственное значение в сохранении устойчивости экосистем, нашей среды обитания и здоровья человека. Оно исходит из здравомыслия и понимания неразрывной связи и взаимозависимости жизни и благополучия человека, общества и государства от жизни и благополучия природы.

Экологическое мышление должно определять наши взгляды, мысли и понимание важнейшего значения природы в жизни человека. Каждый должен задумываться о возможных последствиях наших поступков и действий во взаимоотношениях человека и природы. Формирование экологического мышления необходимо как детям и молодежи, так и их родителям, дедушкам и бабушкам, всем людям, независимо от их возраста, статуса и занимаемой должности. Это необходимая часть культуры человека и общества, национальных и общечеловеческих ценностей.

Если мы действительно хотим, чтобы наши потомки жили на земле в гармонии с природой, необходимо осознавать, что мы все связаны одной общей проблемой, решать которую можно только всем вместе.

Экологических проблем в стране накопилось много. Работа предстоит долгосрочная. Но если не начинать масштабные мероприятия по этому направлению, то мы будем вечно топтаться на месте, ссылаясь на то, что денег не хватает на решение текущих задач, – это не даст нам перейти к решению задач стратегического характера. «На потом» откладывать уже невозможно [28].

Развитие сельского хозяйства тесно связано с решением экологических проблем. В свете насущных экологических проблем, с которыми сталкивается мир, экологическое мышление, экологическое образование и природоподобные технологии являются приоритетами для развития сельского хозяйства.

Экологическое мышление способно привить детям и молодежи надежные ориентиры и знания, которые позволят им адаптироваться к изменениям климата, экологическим кризисам и стать движущей силой перемен в интересах устойчивого развития.

Экологическое мышление, просвещенный взгляд на дело и восприимчивость к идеям устойчивого развития – реальный путь к сохранению земель, исследованию и управлению всей системой сельского хозяйства «биосфера – агроландшафты – почва – растение – животное – микроорганизмы – продукция – человек».

Сельское хозяйство – это широчайший круг вопросов, которые надо свести воедино и которыми надо заниматься российской фундаментальной и прикладной науке. С целью обеспечения национальных интересов России, развития продуктивного и устойчивого сельского хозяйства, сохранения и воспроизводства плодородия почв необходимо решать целый комплекс проблем, изучать и управлять разными объектами и экосистемами.

В сельском хозяйстве работают с разными объектами: от генов и геномов, почвы, растений, животных и микроорганизмов до сельскохозяйственной продукции и человека, агроландшафтов и биосферы. Сельское хозяйство – это фитоценозы и биоценозы, экосистемы и агроэкосистемы, пашня, сенокосы и пастбища, леса и водоемы. Это вопросы экономики, продуктивности и окупаемости затрат, агротехники и технической вооруженности. Это продовольственная безопасность, экологическая безопасность и независимость страны. Это наша среда обитания и экология, экологически чистое питание и здоровье населения. Это развитие негативных процессов и деградация земель, снижение плодородия почв и биоразнообразия, загрязнение почв, распространение сорняков, вредителей и болезней. Это использование восстановительных способностей природы, рациональное природопользование и охрана земельных угодий. Это социальные вопросы, развитие территорий и политические решения. И надо найти компромиссы экономики и экологии, эстетики, социальных и политических вопросов.

Решать все эти вопросы возможно только на междисциплинарной основе. Наука должна показывать пути решения этих вопросов и возможные последствия принимаемых решений.

Список литературы

1. Чумаков А.Н. Актуальные проблемы современной глобалистики: социоприродный аспект // Философские науки. 2012. № 12. С. 7-17.

2. Снакин В.В. Природопользование как главный инструмент глобализации // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2020. № 2 (162). С. 5-13.

3. Снакин В.В. Экологические аспекты глобализации // Век глобализации. 2019. № 4 (32). С. 50-62.

4. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642.

5. Рациональное природопользование и кормопроизводство в сельском хозяйстве России / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева М.: РАН, 2018. 132 с.

6. Они открывали Землю! Вернадский Владимир Иванович. URL: http://i.geo-site.ru/node/24 (дата обращения: 15.12.2023).

7. Они открывали Землю! Вильямс Василий Робертович. URL: http://i.geo-site.ru/node/190 (дата обращения: 21.12.2023).

8. Они открывали Землю! Докучаев Василий Васильевич. URL: http://i.geo-site.ru/node/203 (дата обращения: 11.12.2023).

9. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. М.: Сельхозгиз, 1953. 152 с.

10. Моисеев Н.Н. Экология человечества глазами математика. М.: ЛЕНАНД, 2022. 256с.

11. На грани истощения. Почвенные ресурсы России используют неразумно. URL: https://poisknews.ru/magazine/12970 (дата обращения: 11.12.2023).

12. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. В 2-х томах. М.: Изд-во Агрорус, 2009-2011. Т. I. 816 с.; Т. II. 624 с.

13. Каштанов А.Н. Земледелие. Избранные труды. М.: Россельхозакадемия, 2008. 685 с.

14. Оптимизация структуры земельного фонда и развитие сети ООПТ в степной зоне России / Под науч. ред. А.А. Чибилева. Оренбург: ИС УрО РАН, 2016. 212 с.

15. Чибилев А.А. Степная Евразия: проблемы идентификации мегарегиона и сохранения ключевых ландшафтных территорий // Проблемы региональной экологии. 2015. №3. С. 191-198.

16. Тамбовская лесостепь: природа и общество / науч. ред. Н.И. Дудник, отв. ред. Е.Е. Инякина, С.В. Панков; М-во обр. и науки РФ [и др.]. Тамбов: Издательский дом ТГУ имени Г.Р. Державина, 2013. 320 с.

17. Чибилев А.А., Левыкин С.В., Рябуха А.Г. Актуальные проблемы современного степеведения // Аридные экосистемы. 2012. № 4. С. 97-101.

18. Крупко А.Э., Михно В.Б. Факторы, проблемы и основные направления устойчивого развития Центрально-Черноземного района // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. 2019. № 1. С. 55–73.

19. Каменная степь. Лесоаграрные ландшафты / под ред. Ф.Н. Милькова. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1992. 224 с.

20. Крупко А.Э., Шульгина Л.В. Проблемы и возможности устойчивого развития социально-экономических систем ЦЧР // Финансы, экономика, стратегия. 2015. № 1. С. 27-32.

21. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017 Статистический сборник. М.: Росстат, 2017. 1402 с.

22. Добровольский Г.В. Деградация почв – угроза глобального экологического кризиса // Век глобализации. 2008. № 2. С. 54-65.

23. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. «Тихий кризис» агроландшафтов Центрального Черноземья // Земледелие. 2014. № 1. С. 3-6.

24. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Сохранение земли. От разума человека к сфере разума. К 150-летию со дня рождения учеников В.В. Докучаева – В.И.Вернадского и В.Р. Вильямса // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2013. № 4. С. 90-96.

25. Зотов А.А., Кутузова А.А., Косолапов В.М., Савченко И.В., Привалова К.Н., Тебердиев Д.М., Трофимов И.А., Шамсутдинов З.Ш., Кулаков В.А., Каримов Р.Р., Седова Е.Г., Трофимова Л.С. / Ресурсосберегающие технологии улучшения сенокосов и пастбищ в Центрально-Черноземном районе М.: Российский центр сельскохозяйственного консультирования, 2012. 54 с.

26. Чумаков А.Н. Экологические перспективы устойчивого развития: российский аспект // Экологическая этика и устойчивое развитие: Сб. науч. тр. по матер. межд. симпоз. (Улан-Удэ, 24 мая 2019 года.) Улан-Удэ: Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, 2020. С. 3-13.

27. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Рыбальский Н Г., Снакин В.В., Емельянов А.В., Скрипникова Е.В., Горбунов А.С., Быковская О.П. Экологическое мышление и сельское хозяйство // Образование-2030. Учиться. Пробовать. Действовать: Сб. ст. VII Всеросс. конф. по экологическому образованию (Москва, 27–28 октября 2021 г.). М.: Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского, 2021. С. 278-281.

28. Доклад «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений» Президента В.В. Путина 27 декабря 2016 года в Кремле на заседании Государственного совета по вопросу «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений». URL: http://www.kremlin.ru/events/state-council/53602 (дата обращения: 11.12.2023).

УДК 631/635; 502/504; 911
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1348-1353

СОХРАНЕНИЕ СТЕПЕЙ – ДЕЛО ВСЕНАРОДНОЕ

THE PRESERVATION OF THE STEPPES IS A NATIONAL MATTER

Трофимов И.А.[1,4,6], Трофимова Л.С.[1,6], Яковлева Е.П.[1], Рыбальский Н.Г.[2,6], Снакин В.В.[3,6], Емельянов А.В.[4], Скрипникова Е.В.[4], Горбунов А.С.[5], Быковская О.П.[5]
Trofimov I.A.[1,4,6] Trofimova L.S.[1,6], Yakovleva E.P.[1], Rybalsky N.G.[2,6], Snakin V.V.[3,6], Emelyanov A.V.[4], Skripnikova E.V.[4], Gorbunov A.S.[5], Bykovskaya O.P.[5]

[1]ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса, Лобня, Московская обл., Россия
[2]Аграрный центр МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
[3]Научно-учебный Музей Землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия
[4]Тамбовский государственный ун-т им. Г.Р. Державина, Институт естествознания, Тамбов, Россия
[5]Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия
[6]Российская экологическая академия, Москва, Россия
[1]Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Lobnya, Moscow region, Russia
[2] Agricultural Center of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
[3]The Earth Science Museum at Moscow State University, Moscow, Russia
[4]Tambov Derzhavin State University, Institute of Natural Sciences, Tambov, Russia
[5]Voronezh State University, Voronezh, Russia
[6]Russian Academy of Ecology, Moscow, Russia

E-mail: [1]viktrofi@mail.ru, [2]info@ecfs.msu.ru, [3]info@mes.msu.ru, [4]skripnikova@tsutmb.ru, [5]gorbunov.ol@mail.ru, [6]info@rosekoakademia.ru

Аннотация. Делом всей страны стало сохранение степей в степных и лесостепных районах европейской части СССР в 1949-1953 гг. Активное участие в сохранении степей приняли государственные органы власти, академическая наука, учёные десятков ВУЗов и НИИ, отраслевые министерства, 80 тыс. колхозов, 2 тыс. совхозов, 3 тыс. машинно-тракторных станций. Всё общество сплотилось для выполнения задач, поставленных Государственным планом преобразования природы для организации и широкомасштабной реализации полезащитного лесонасаждения и освоения травопольной системы земледелия с целью развития высокопродуктивного и устойчивого сельского хозяйства. Основой Государственного плана являлись комплексные мелиорации агроландшафтов с использованием научного системного подхода к объектам исследования и управления. За 5 лет реализации Плана высажено более 2,3 млн га лесонасаждений на сельскохозяйственных землях; создан экологический каркас агроландшафтов; свыше 13 тыс. прудов и водоёмов. Прообразом научной основы Государственного плана преобразования природы стали работы В.В. Докучаева, В.Р. Вильямса и В.И. Вернадского по сохранению земель и плодородия почв. Сейчас всем также необходимо объединиться для рационального природопользования и сохранения степей.
Ключевые слова: сельское хозяйство, лесополосы, травы, севообороты.

Abstract. The task of the whole country was to preserve the steppes in the steppe and forest-steppe regions of the European part of the USSR in 1949-1953. State authorities, academic science, scientists from dozens of universities and research institutes, industry ministries, 80 thousand collective farms, 2 thousand state farms, 3 thousand machine and tractor stations took an active part in preserving the steppes. The whole society has rallied to fulfill the tasks set by the State Plan for the Transformation of Nature for the organization and large-scale implementation of protective afforestation and the development of a grass-field farming system in order to develop highly productive and sustainable agriculture. The basis of the State Plan was the integrated reclamation of agricultural landscapes using a scientific systematic approach to the objects of research and management. Over the 5 years of the Plan's implementation, more than 2.3 million hectares of forest belts on agricultural lands have been planted; an ecological framework of agricultural landscapes has been created; over 13 thousand ponds and reservoirs. The prototype of the scientific basis of the State Plan for the Transformation of Nature was the work of V.V. Dokuchaev, V.R. Williams and V.I. Vernadsky on the conservation of land and soil fertility. Now everyone also needs to unite for the rational use of nature and the conservation of the steppes.
Key words: agriculture, forest belts, grasses, crop rotations.

Свыше 100 млн га, или 6% территории России занимают степи. Природные ресурсы степи, прежде всего, степные травяные экосистемы и степной чернозем являются одним из важнейших национальных богатств России. Степи – основа основ нашей продовольственной и

экологической безопасности. По данным ФАО, Российской Федерации принадлежит более половины (55%) самых плодородных почв Мира – черноземов. Всего черноземов в Мире – 177 млн га, в России – 97 млн га.

Освоенность человеком природных ресурсов степи очень велика. В России до 90% территории степи занимают сельскохозяйственные угодья. 60-80% территории степи полностью распахано. В степи производится более 2/3 всей сельскохозяйственной продукции страны. Вместе с тем, высокая степень освоенности и чрезмерные антропогенные нагрузки приводят к тому, что степи являются природной зоной, имеющей наивысшую долю антропогенно нарушенных земель и прогрессирующих негативных процессов [1-3].

Наибольший ущерб степи нанесла нерациональная сельскохозяйственная деятельность человека. «Иссушение степи в значительной степени сопряжено с деятельностью человека, уничтожившего естественную растительность, распахавшего сплошь огромные площади степи и, тем самым, существенно подорвавшего устойчивость степных ландшафтов к процессам эрозии. Огромная часть степи лишилась своего естественного покрова – степной, девственной, обыкновенно очень густой растительности и дерна, задерживающих массу снега и воды и прикрывающих почву от морозов и ветров, а пашни, занимающие теперь до 90% общей площади, уничтожив свойственную чернозему и наиболее благоприятную для удержания почвенной влаги зернистую структуру, сделали его легким достоянием ветра и смывающей деятельности всевозможных вод» [4].

Только рациональное природопользование и землепользование в сельскохозяйственной деятельности человека, гармонизация, сбалансированность сельского хозяйства и природы являются необходимой основой для сохранения степей.

В истории нашей станы для сохранения степей важнейшее государственное, социальное и научное значение имеет Государственный план преобразования природы. Он является хорошим примером ответственного государственного отношения к сохранению наших земель и плодородия почв для настоящих и будущих поколений на основе достижений науки. По своей сути это принятая на государственном уровне и реализованная в широких масштабах комплексная программа рационального природопользования. Основой Государственного плана являются комплексные мелиорации агроландшафтов с использованием научного системного подхода к объектам исследования и управления.

Как только закончилась Великая Отечественная война 1941-1945 гг., Совет Министров СССР и Центральный Комитет ВКП(б) приняли постановление от 20 октября 1948 г. № 3960 «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоёмов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР». Реализация Плана была рассчитана на период 1949-1965 гг. [5].

Предпосылки необходимости рационального природопользования состояли в следующем:

– часто повторяющиеся засухи и суховеи в степных и лесостепных районах европейской части СССР, которые наносили значительный ущерб сельскому хозяйству этих районов;

– эффективность рационального природопользования, подтверждённая наукой и практикой.

Цель Государственного плана преобразования природы заключалась в следующих перспективах его реализации:

– возможность развития разностороннего хозяйства с правильным соотношением полеводства, животноводства, других отраслей и обеспечения значительного роста товарности хозяйства;

– обеспечение получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур;

– повышение плодородия почв;

– надёжное средство защиты от засух;

– надёжная защита от эрозии и дефляции, смыва и выдувания почв, закрепление песков;

– наиболее правильное использование земель, рациональное природопользование.

Всем сельхозпроизводителям степных и лесостепных районов на основе многолетнего опыта ряда научно-исследовательских институтов, передовых колхозов и совхозов, начиная с 1949 г., Государственным планом предписывалось приступить к планомерному и широкому внедрению системы агрономических мероприятий по подъёму земледелия, основанной на

учении виднейших русских учёных В.В. Докучаева, П.А. Костычева и В.Р. Вильямса, получившей название травопольной системы земледелия.

В травопольную систему земледелия предлагалось включать следующие мероприятия комплексной мелиорации агроландшафтов:

а) посадка защитных противоэрозионных лесных полос на водоразделах, по границам полей севооборотов, по склонам балок и оврагов, по берегам рек и озер, вокруг прудов и водоемов, а также облесение и закрепление песков;

б) правильная организация территории с введением травопольных полевых и кормовых севооборотов и рациональным использованием земельных угодий;

в) правильная система обработки почвы и ухода за посевами;

г) правильная система применения органических и минеральных удобрений;

д) посев отборными семенами приспособленных к местным условиям высокоурожайных сортов;

е) развитие орошения на базе использования вод местного стока путём строительства прудов и водоёмов.

Имеющийся опыт освоения травопольной системы земледелия, показанный на примере ряда хозяйств в степных и лесостепных районах европейской части СССР, подтверждал, что эта система является широкодоступной и высокоэффективной. Она позволяла ежегодно получать высокие урожаи зерновых культур на 30-70% выше, чем соседние хозяйства, не имеющие лесопосадок и не осваивающие правильных севооборотов.

В плане указано, что хозяйства степных и лесостепных районов европейской части СССР, накопившие опыт борьбы за урожай и вооружённые передовой сельскохозяйственной техникой, имеют все возможности для того, чтобы в течение ближайших лет сделать скачок в дальнейшем развитии земледелия и животноводства. У них имеются все необходимые условия для того, чтобы в короткие сроки освоить травопольную систему земледелия в степных и лесостепных районах и тем самым значительно повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

Участниками сохранения степей в организации и широкомасштабной реализации Государственного плана преобразования природы стали многие жители степных регионов. Выполнение поставленных планом задач стало делом всей страны, всего народа. Активное участие принимали государственные органы власти и наука. В работе по реализации плана преобразования природы, организованной под общим руководством Академии наук СССР, приняли участие учёные десятков ВУЗов и НИИ. Также было задействовано 80 тыс. колхозов, 2 тыс. совхозов, 3 тыс. МТС, организовано более 350 лесозащитных станций.

В плане были указаны ответственные исполнители, до которых доведены показатели и объемы реализации мелиоративных мероприятий.

В целях обеспечения высоких и устойчивых урожаев при любых условиях погоды и создания прочной кормовой базы для развития животноводства органы государственной власти требовали от профильных министерств, руководителей субъектов СССР и хозяйств степных и лесостепных районов европейской части СССР принятия мер к организации в широких размерах работ по полезащитному лесонасаждению и быстрейшему освоению травопольной системы земледелия.

Мероприятия Государственного плана преобразования природы. Государственным планом преобразования природы в течение 1950-1965 гг. (с распределением по республикам, краям и областям и по годам) предусматривалось выполнить следующие мероприятия:

1. Создание системы крупных государственных защитных лесных полос в целях преодоления губительного влияния суховеев на урожайность сельскохозяйственных культур, предохранения от выдувания плодородных почв Поволжья, Северного Кавказа, Центрального Черноземья и улучшения водного режима и климатических условий этих районов. Предусматривалось создание 8 крупных государственных лесных полос в степных и лесостепных районах общей протяжённостью 5320 км, расположенных вдоль пойм и по водоразделам крупных рек, в том числе Волги, Днепра, Дона, Урала, Северского Донца.

Например, создание Государственной защитной лесной полосы от Саратова до Астрахани по обоим берегам реки Волги шириной по 100 метров и протяжённостью 900 км; создание Государственной защитной лесной полосы Воронеж – Ростов-на-Дону по обоим берегам реки Дон шириной по 60 метров и протяжённостью 920 километров.

2. Осуществление широкой программы мероприятий по созданию защитных лесонасаждений на полях колхозов и совхозов, что является одним из важнейших условий

обеспечения высокой урожайности сельскохозяйственных культур, преодоления вредного влияния суховеев на урожай, улучшения водного режима и ликвидации процессов разрушения почвенного покрова (смыва и выдувания почв) в степных и лесостепных районах европейской части СССР.

3. В целях преграждения передвижения песков в степных и полупустынных районах на плодородные земли Поволжья, Северного Кавказа, Центрального Черноземья и Украинской ССР обязать Министерство лесного хозяйства СССР в 1949-1955 гг. произвести закрепление и облесение песков на площади 322 тыс. гектаров.

4. Обеспечить выращивание в необходимых количествах посадочного материала (стандартных сеянцев древесных, кустарниковых и плодовых пород) в государственных, колхозных и совхозных лесных питомниках для создания государственных, колхозных и совхозных защитных лесных полос и облесения оврагов, балок, берегов озёр и рек в степных и лесостепных районах европейской части СССР.

5. Обеспечить введение и освоение системы полевых и кормовых травопольных севооборотов в колхозах и совхозах степной и лесостепной зоны европейской части СССР, что является одним из важнейших средств повышения урожайности сельскохозяйственных культур, создания прочной кормовой базы для животноводства и увеличения производительности труда в колхозах и совхозах.

6. По развитию орошения, строительству прудов и водоёмов в колхозах и совхозах на базе использования вод местного стока путём строительства прудов и оросительных систем, имеющих важное значение для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, необходимо обеспечить широкое развитие строительства в колхозах и совхозах прудов и водоёмов в естественных ложбинах, у истоков рек, в верховьях балок и оврагов и в других естественных понижениях, а также строительства водоёмов на малых реках для регулирования и использования местного стока воды для орошения, рыборазведения и получения гидроэлектроэнергии для нужд сельского хозяйства.

Например, большие работы намечались по строительству мощных гидроэлектростанций, судоходных каналов, новых оросительных и обводнительных систем. Всего за 15 лет планировалось построить свыше 44 тыс. прудов и водоемов, 5 оросительных систем.

7. В целях широкой механизации трудоёмких работ по защитному лесонасаждению и строительству прудов обязать Министерство сельского хозяйства СССР, Министерство лесного хозяйства СССР организовать в 1949-1951 гг. 570 лесозащитных станций.

8. В целях обеспечения выполнения задач по созданию государственных защитных лесных полос, а также полезащитных колхозных и совхозных лесных полос и осуществления контроля за ними планировалось создать Главное управление полезащитного лесоразведения при Совете Министров СССР.

Результаты, полученные за 5 лет реализации плана. За 5 лет реализации плана в стране было высажено более 2,3 млн га лесонасаждений. На сельскохозяйственных полях был создан экологический каркас из лесополос, склоны балок и оврагов, берега водоёмов обсажены деревьями и кустарниками, было создано свыше 13 тыс. прудов и водоемов [6].

Осуществлённые мероприятия по введению и освоению системы полевых и кормовых травопольных севооборотов в колхозах и совхозах привели к росту урожайности зерновых на 25-30%, овощей – на 50-75%, трав – на 100-200%.

Удалось создать прочную кормовую базу для развития животноводства. Производство мяса и сала в 1951 г. по сравнению с 1948 г. возросло на 80%, в том числе свинины – на 100%, производство молока – на 65%, яиц – на 240%, шерсти – на 50%.

Однако Государственный план преобразования природы, направленный на сохранение наших земель и плодородия почв для настоящих и будущих поколений на основании достижений науки, к сожалению, так и не был завершен.

Со смертью И.В. Сталина в 1953 году реализация плана прекратилась. Со сменой политического руководства изменился политический курс государства и его отношение к природе. От курса, взятого на сохранение земель и плодородия почв для настоящих и будущих поколений, наша страна перешла к курсу на покорение природы, истощительное природопользование и бесконтрольное использование земельных ресурсов.

В 1954 году по инициативе Н.С. Хрущева ЦК КПСС принял Постановление «О дальнейшем увеличении производства зерна в стране и об освоении целинных и залежных

земель». Госпланом СССР было намечено распахать в Казахстане, Сибири, Поволжье, на Урале и в других районах страны не менее 43 млн га целинных и залежных земель.

Задачей нового курса стало «не ждать милостей от природы», а быстро взять у нее земельные ресурсы, распахать целинные земли, не задумываясь о последствиях. Но, как известно, «того, кто не задумывается о далёких трудностях, непременно поджидают близкие неприятности» [7]. Так и случилось. Распашка целинных земель дорого нам обошлась.

Научная основа Государственного плана преобразования природы. Прообразом научной основы Государственного плана преобразования природы явились работы В.В. Докучаева, В.Р. Вильямса и В.И. Вернадского по сохранению земель, рациональному использованию почв и других природно-климатических ресурсов в сельском хозяйстве. На основе системного, междисциплинарного подхода к изучению и управлению природой они оказали глубочайшее влияние на развитие агрономической науки и агроландшафтоведения, частью и зеркалом которого является почва [8-11].

Установив причину засух, деградации и снижения плодородия почв степных агроландшафтов юга России из-за неправильного их использования в земледелии, утрате черноземами благоприятных агрофизических свойств, разрушения их структуры и водно-воздушного режима, В.В. Докучаев обосновал стройную систему мер по восстановлению плодородия чернозёмов и благоприятного водного режима степей России.

Основываясь на своем анализе многолетнего российского опыта степного земледелия и результатах собственных исследований, В.В. Докучаев предложил принципиально новую систему управления степными агроландшафтами, обеспечивающую их продуктивность и устойчивость к засухам и деградации. Его новая система управления агроландшафтами охватывала весь агроландшафт, управление всеми его взаимосвязанными элементами [4].

В качестве основных инструментов управления агроландшафтами он предлагает следующие: 1) управление влагой (сохранение вод в пределах ландшафта и влаги в почве в результате регулирования рек, устройства искусственных водоёмов для орошения земель), 2) управление структурой агроландшафта (поиск сбалансированного соотношения пашни, луга, леса и вод в зависимости от местных условий), 3) противоэрозионные и почвозащитные рычаги управления (закрепление берегов рек, склонов оврагов и балок лесными посадками, превращение их в пастбищные и сенокосные угодья, устройство полезащитных лесонасаждений), 4) управление биологической адаптацией культурных растений (выбор системы обработки почвы для наилучшего использования влаги и сортов, приспособленных к местным климатическим условиям). Свою систему мероприятий управления агроландшафтами он воплотил в жизнь, создав сохранившийся до наших дней образцовый эталон степных агроландшафтов на чернозёмах «Каменной степи» в Воронежской области.

Более 130 лет назад, В.В. Докучаев на практике создал и испытал модель сбалансированного агроландшафта. Он объединил ученых разных направлений для совместного решения важнейшей государственной проблемы – создания высокопродуктивного и устойчивого сельского хозяйства. В результате на месте нерационально используемой территории с проблемами засух, деградации почв и неурожаев в Каменной степи были созданы рукотворные сбалансированные устойчивые и продуктивные агроландшафты из полей, лугов, лесов и вод [2, 12].

Значительный вклад в комплексную мелиорацию агроландшафтов вносит Травопольная система земледелия В.Р. Вильямса, которую он назвал именами своих учителей – «Докучаева-Костычева-Вильямса». Она включает учение о восстановлении и повышении плодородия почвы, системе обработки почвы, удобрений и учение об организации всей сельскохозяйственной территории (агроландшафтах) с научно обоснованным размещением на ней лугов, полей, лесов, полезащитных лесных насаждений и водоёмов [11, 13].

Заслугой В.Р. Вильямса является то, что он, опираясь на идею В.В. Докучаева о необходимости управления всей системой агроландшафта, всеми его взаимосвязанными и взаимозависимыми элементами, всю свою жизнь совершенствовал эту систему управления. Он оттачивал до мельчайших деталей каждое звено этой неразрывной цепи управления агроландшафтами (система севооборотов, система обработки почвы, поддержание ее структуры, система удобрения, мелиорация и др.), создавал и совершенствовал новые звенья (луговодство, кормопроизводство, животноводство) в единой системе управления агроландшафтами. Наконец, целеустремленно и последовательно он способствовал освоению новой системы управления агроландшафтами в практике сельского хозяйства нашей страны.

Многолетним травам и лугам В.Р. Вильямс придавал огромное значение в создании продуктивного и устойчивого сельскохозяйственного производства. Им установлена важнейшая роль многолетних луговых трав в накоплении гумуса, формировании агрономически ценной структуры и в целом плодородия почв. Создавая и совершенствуя систему управления агроландшафтами, В.Р. Вильямс создал учение о травопольной системе земледелия, основу которой составляют многолетние травы, луга (создающие, восстанавливающие плодородие сельскохозяйственных угодий) и поле (использующее это плодородие). «Травопольная система тем и ценна, – пишет В.Р. Вильямс, – что она охватывает, объединяет, связывает все элементы производства в совершенно равновеликой мере. Она обращает внимание на все без исключения угодья, на все цехи сельскохозяйственного производства: на поля, на луга, на леса, на животноводство и мыслима в виде единой, целостной системы агрономических мероприятий» [2, 14].

В.И. Вернадский, развивая идеи В.В. Докучаева, вывел системный подход к изучению объектов на планетарный уровень, заложив основы учения о биосфере и ноосфере. Концепция ноосферы В.И. Вернадского направлена на конструирование сбалансированных отношений во взаимодействии общества с природой, их гармонизацию [2, 8].

В настоящее время государству, ученым, обществу, регионам и сельхозпроизводителям необходимо объединить свои усилия в деле рационального природопользования, сохранения степей для настоящих и будущих поколений.

Список литературы

1. Чибилёв А.А., Левыкин С.В., Рябуха А.Г. Актуальные проблемы современного степеведения // Аридные экосистемы. 2012. № 4. С. 97-101.

2. Агроландшафты Центрального Черноземья. Районирование и управление / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева. М.: Издательский Дом «Наука», 2015. 198 с.

3. Чибилёв А.А. Степная Евразия: региональный обзор природного разнообразия. М.; Оренбург: Институт степи РАН; РГО, 2016. 324 с. + вкл. 96 с.

4. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. М.: Сельхозгиз, 1953. 152 с.

5. Постановление Совета Министров СССР и ЦК ВКП(б) от 20 октября 1948 года. URL: https://ru.wikisource.org/wiki/ (дата обращения 11.12.2023).

6. Кулик К.Н. «План преобразования природы»: взгляд через 70 лет // Орошаемое земледелие. 2018. № 4. С. 13-14.

7. Конфуций цитаты. URL: https://ru.citaty.net/tsitaty/472591-konfutsii / (дата обращения 21.12.2023).

8. Они открывали Землю! Вернадский Владимир Иванович. URL: http://i.geo-site.ru/node/24 (дата обращения 15.12.2023).

9. Они открывали Землю! Вильямс Василий Робертович. URL: http://i.geo-site.ru/node/190. (дата обращения 21.12.2023).

10. Они открывали Землю! Докучаев Василий Васильевич. URL: http://i.geo-site.ru/node/203. (дата обращения 11.12.2023).

11. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Сохранение земли. От разума человека к сфере разума. К 150-летию со дня рождения учеников В.В. Докучаева – В.И. Вернадского и В.Р. Вильямса // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2013. № 4. С. 90-96.

12. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. «Тихий кризис» агроландшафтов Центрального Черноземья // Земледелие. 2014. № 1. С. 3-6.

13. Полынов Б.Б. Роль В.В. Докучаева и В.Р. Вильямса в естествознании и сельском хозяйстве // Академик Б.Б. Полынов. Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 726-740.

14. Ресурсосберегающие технологии улучшения сенокосов и пастбищ в Центрально-Черноземном районе / Зотов А.А., Кутузова А.А., Косолапов В.М., Савченко И.В., Привалова К.Н., Тебердиев Д.М., Трофимов И.А., Шамсутдинов З.Ш., Кулаков В.А., Каримов Р.Р., Седова Е.Г., Трофимова Л.С. М.: Российский центр сельскохозяйственного консультирования, 2012. 54 с.

УДК 631/635; 502/504; 911
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1354-1357

НАШИ СТЕПИ И ДРУГИЕ ТРАВЯНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В БИОСФЕРЕ И НООСФЕРЕ

OUR STEPPES AND OTHER GRASS ECOSYSTEMS IN THE BIOSPHERE AND NOOSPHERE

Трофимова Л.С.[1, 2]
Trofimova L.S.[1, 2]

[1]ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса, Лобня, Московская обл., Россия
[2]Российская экологическая академия, Москва, Россия
[1]Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Lobnya, Moscow region, Russia
[2]Russian Academy of Ecology, Moscow, Russia

E-mail: [1]viktrofi@mail.ru, [2]info@rosekoakademia.ru

Аннотация. Выдающийся ученый В.И. Вернадский внёс глубокое экологическое содержание в понятия биосферы и ноосферы. Биосфера – это главная производительная сила на Земле. Ресурсы биосферы создаются всеми живыми организмами, в том числе и в процессе сельскохозяйственной деятельности человека. Важнейшей частью их являются степи и другие травяные экосистемы, которые в наибольшей степени используются в сельскохозяйственной деятельности. Исключительная роль в биосфере принадлежит зелёным растениям, которые улавливают солнечную энергию в процессе фотосинтеза и поддерживают газовый состав атмосферы. Ими создаётся почти вся биомасса биосферы. Среди наземных экосистем биосферы травяные (лугопастбищные) экосистемы занимают первое место по площади – 42×10^6 км^2. Возделываемые земли занимают в 3 раза меньшую площадь. В перспективе взаимодействие человека с окружающей природной средой в процессе сельскохозяйственной деятельности не должно создавать условия, приводящие к деградации биосферы. Рационально организованное природопользование создаёт необходимые условия для коэволюции природы и общества. Немаловажно применять адаптационные «природоподобные» технологии. Человек в своей деятельности должен следовать природным закономерностям и не нарушать законы биосферы.
Ключевые слова: растения, почвы, рациональное природопользование.

Abstract. The outstanding scientist V.I. Vernadsky introduced a deep ecological content into the concepts of the biosphere and the noosphere. The biosphere is the main productive force on Earth. The resources of the biosphere are created by all living organisms, including in the process of human agricultural activity. The most important part of them are steppes and other grass ecosystems, which are most used in agricultural activities. An exceptional role in the biosphere belongs to green plants, which capture solar energy during photosynthesis and maintain the gas composition of the atmosphere. They create almost the entire biomass of the biosphere (about 99%). Among the terrestrial ecosystems of the biosphere, grass (grassland) ecosystems occupy the first place in area – 42×106 km^2. Cultivated lands occupy 3 times less area. In the long term, human interaction with the natural environment in the process of agricultural activity should not create conditions leading to degradation of the biosphere. Rationally organized environmental management creates the necessary conditions for the co-evolution of nature and society. It is important to apply adaptive "nature-like" technologies. A person in his activity must follow natural laws and not violate the laws of the biosphere.
Key words: plants, soils, environmental management.

Биосфера – это главная производительная сила на Земле. Ресурсы биосферы создаются всеми живыми организмами, в том числе и в процессе сельскохозяйственной деятельности человека. Степи, которые в наибольшей степени подвержены сельскохозяйственной деятельности, представляют собой важнейший компонент биосферы.

Исключительная роль в биосфере принадлежит зелёным растениям, которые улавливают солнечную энергию в процессе фотосинтеза и поддерживают газовый состав атмосферы. Ими создаётся и почти вся биомасса биосферы. В ходе длительной эволюции биосфера приобрела сложную структуру, разнообразие, обеспечивающие её устойчивость и развитие [1, 2].

Травяные экосистемы представляют собой важный компонент биосферы (по площадям, автотрофности, продуктивности), важную составную часть в инфраструктуре агроландшафта (ландшафтостабилизирующую, почво- и средоулучшающую), неисчерпаемый, воспроизводимый, автотрофный устойчивый ресурс (энергетический, кормовой).

Среди наземных экосистем биосферы травяные (лугопастбищные) экосистемы, по расчётам Ю. Одума (1975), занимают первое место по площади – 42×10^6 км^2. Возделываемые земли занимают в 3 раза меньшую площадь [3].

Общая валовая продукция травяных (лугопастбищных экосистем), по Ю. Одуму, составляет $10{,}5\times10^{16}$ ккал/год. По ее производству они занимают второе место среди наземных экосистем биосферы после влажных тропических лесов. Возделываемые земли производят на 20% меньший объем валовой продукции.

Кормовые угодья (травяные экосистемы) играют важнейшую роль в повышении продуктивности и устойчивости сельского хозяйства, рациональном природопользовании, обеспечении продовольственной безопасности России. Являясь одним из основных компонентов биосферы, они выполняют важнейшие продукционные, средостабилизирующие и природоохранные функции в агроландшафтах и оказывают значительное влияние на экологическое состояние территории страны, способствуют сохранению и накоплению органического вещества в биосфере.

Общее количество всей биомассы в биосфере составляет 800 млрд т. Ежегодно возобновляемой биомассы – 200 млрд т. По энергетическому содержанию это в 10 раз превышает количество всей используемой человеком энергии. Травяные экосистемы (луга и пастбища) производят 1/5 часть этой энергии [3-7].

Валовая первичная продуктивность травяных (лугопастбищных) экосистем составляет 2500 ккал/м^2 в год, обрабатываемых земель в 2 раза меньше *(таблица 1)* [3].

Таблица 1

Оценки валовой первичной продукции (за год) всей биосферы и распределение этой продукции между основными экосистемами (по Ю. Одуму, 1975)

Экосистемы	Площадь, 10^6км^2	Валовая первичная продуктивность ккал/(м^{2}год)	Общая валовая продукция, 10^{16}ккал/год
Морские			
Открытый океан	326,0	1000	32,6
Прибрежные воды	34,0	2000	6,8
Районы подъема холодных вод	0,4	6000	0,2
Эстуарии и рифы	2,0	20000	4,0
Промежуточный итог	362,4	–	43,6
Наземные			
Пустыни и тундры	40,0	200	0,8
Луга и пастбища	42,0	2500	10,5
Сухие леса	9,4	2500	2,4
Бореальные хвойные леса	10,0	3000	3,0
Возделываемые земли (без энергетических затрат или с небольшими затратами)	10,0	3000	3,0
Влажные леса умеренной зоны	4,9	8000	3,9
Механизированное сельское хозяйство	4,0	12000	4,8
Влажные тропические и субтропические (широколиственные вечнозеленые) леса	14,7	20000	29,0
Промежуточный итог	135,0	–	57,4
Вся биосфера (округленные цифры, без учета полярных ледниковых шапок)	500,0	2000	100,0

Академик В.И. Вернадский утверждал также, что «Почва – источник жизни растительного и животного мира и основа биосферы». Академик Н.Н. Моисеев развивал его мысль и дополнял, что «Почва – это основа биосферы, а ее плодородие – основа благополучия человечества» [2, 8].

Воздействие человека на биосферу уже около 200 лет осуществляется настолько масштабно, что стало сопоставимо с масштабами геологических процессов. В результате распашки земель, эрозии и дегумификации почв, засух и опустынивания, загрязнения биосферы химикатами (удобрениями, пестицидами), промышленными и сельскохозяйственными стоками, сжигания огромных количеств органического топлива возникла проблема охраны биосферы.

Однако взаимодействие человека с окружающей природной средой в процессе сельскохозяйственной деятельности не должно создавать условия, приводящие к деградации биосферы.

Стихийному воздействию человека на природу противопоставлено разумное отношение к её использованию, которое нашло выражение в учении о ноосфере, или сфере разума. В.И. Вернадский считал ноосферой качественно новый этап развития биосферы, разумно регулируемой человеком так, чтобы возрастающие потребности общества гармонично сочетались с сохранением и умножением природных ресурсов [2, 6].

Огромное влияние на В.И. Вернадского, великого ученого планетарного масштаба, оказали его великие учителя – Д.И. Менделеев и В.В. Докучаев. Системный подход к изучению природы и разработка В.В. Докучаевым учения о почвах стали для В.И. Вернадского основой для разработки учения о биосфере и ноосфере. От кристаллографии, минералогии, химии творчество В.И. Вернадского было направлено на изучение почв, роли живого вещества в геохимических циклах биосферы и преобразовании ее в ноосферу. Учение В.И. Вернадского о живом веществе, биосфере и преобразовании ее в ноосферу во многом определили развитие рационального природопользования, сохранения наших земель и плодородия почв [9-11].

Сельское хозяйство является первым по необходимости среди всех видов деятельности, осуществляемой человеком. В отличие от других сфер материального производства сельское хозяйство ведётся на огромной площади и территориально рассредоточено. В нём используются земля (как основное средство производства), свет, тепло, вода, удобрения и живые организмы (растения, животные, микроорганизмы).

В настоящее время для сельскохозяйственной деятельности в мире используется около 1,5 млрд га. В результате деградации за всю историю сельского хозяйства на планете превращены в бросовые около 2,5 млрд га земель. По прогнозам ООН к 2050 г. биосфера потеряет еще около 0,8 млрд га земель, если человек будет вести свою сельскохозяйственную деятельность так же, как он это делает сейчас.

В мире за последние 50 лет по выводам отчета Межправительственной научно-политической платформы по биоразнообразию и экосистемным услугам (IPBES): ¾ наземной среды значительно изменены человеком; более 1/3 поверхности суши и ¾ запасов пресной воды используется на сельское хозяйство; в 3 раза увеличилось производство сельхозпродукции; стоимость ее производства увеличилась в 4 раза; общая продуктивность земной поверхности снизилась на 23%; фитосанитарная обстановка ухудшается, что приводит к увеличению нагрузки ядохимикатов на экосистемы.

Доклад IPBES при ООН составлен 145 экспертами из 50 стран на протяжении 3 лет, в соавторстве с ещё 310 учеными, и оценивает изменения, произошедшие с экологией планеты за последние 50 лет, чтобы получить наиболее полную картину взаимоотношений между путями экономического развития и их воздействием на окружающую среду [7, 12].

По данным IPBES, «приблизительно 25% выбросов парниковых газов в мире являются результатом расчистки земель, возделывания сельскохозяйственных культур и внесения удобрений, а на долю производства животноводческих продуктов приходится 75%. Интенсифицированные системы землепользования существенно повысили продуктивность растениеводства и животноводства во многих регионах мира, но при ненадлежащем управлении они могут способствовать усиленной деградации земель, включая эрозию почв, утрату плодородия, чрезмерное извлечение грунтовых и поверхностных вод, засоление и эвтрофикацию водных систем. Эрозия и выщелачивание под воздействием сельскохозяйственных химикатов вследствие ненадлежащего управления землепользованием имеют значительные последствия для водно-болотных угодий, речных систем, прибрежных вод и грунтовых вод за пределами пораженных районов».

Бесхозяйственное отношение к земле, истощительное природопользование в сельском хозяйстве наблюдается и в нашей стране. Нет контроля, отсутствует ответственность за деградацию земель на государственном, региональном и хозяйственном уровнях.

В перспективе взаимодействие человека с окружающей природной средой в процессе сельскохозяйственной деятельности не должно создавать условия, приводящие к деградации биосферы. Рационально организованное природопользование создаёт необходимые условия для коэволюции природы и общества. Немаловажно применять адаптационные «природоподобные» технологии. Человек в своей деятельности должен следовать природным закономерностям и не нарушать законы биосферы [1, 4, 8-25].

Список литературы

1. Снакин В.В. Экология, глобальные природные процессы и эволюция биосферы. Энциклопедический словарь. М.: Издательство Московского университета, 2020. 528 с.
2. Вернадский В.И. Избранные сочинения. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 696 с.
3. Одум Ю. Основы экологии. Пер. с 3-го англ. изд. М.: Мир, 1975. 742 с.
4. Моисеев Н.Н. Коэволюция природы и общества // Экология и жизнь. 1997. Январь-август. С. 4-7.
5. Моисеев Н.Н. Современное естествознание и проблемы взаимодействия Природы и общества // Экология и жизнь. 2007. № 8. С. 10–14.
6. Они открывали Землю! Вернадский Владимир Иванович. URL: http://i.geo-site.ru/node/24 (дата обращения 15.12.2023).
7. Доклад о глобальной оценке биоразнообразия и экосистемных услуг URL: https://www.cbd.int/doc/c/7100/ffe3/20e098bf5383331384f22199/sbstta-23-02-add1-ru.pdf (дата обращения 25.12.2023).
8. Моисеев Н.Н. Экология человечества глазами математика. М.: ЛЕНАНД, 2022. 256 с.
9. Осипов В.И., Аксютин О.Е., Ишков А.Г., Грачёв В.А. Взаимодействие человека с природной средой - важнейший фактор существования цивилизации. Итогам года экологии в России посвящается // Вестник Российской академии наук. 2018. Т. 88. № 2. С. 99-106.
10. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В трех томах. Т. I. М.: Изд-во Агрорус, 2008. 816 с.
11. Трофимова Л.С., Трофимов И.А., Яковлева Е.П. Значение, функции и потенциал кормовых экосистем в биосфере, агроландшафтах и сельском хозяйстве // Адаптивное кормопроизводство. 2010. № 3. С. 23-28.
12. Доклад IPBES по оценке ситуации с биоразнообразием и экосистемными услугами в мире URL: https://www.pf.team/articles/ipbes%253a-set%2527-zhizni-planety-pod-ugrozoi__bXEmZdRm (дата обращения 29.12.2023).
13. Они открывали Землю! Докучаев Василий Васильевич. URL: http://i.geo-site.ru/node/203 (дата обращения 11.12.2023).
14. На грани истощения. Почвенные ресурсы России используют неразумно. URL: https://poisknews.ru/magazine/12970 (дата обращения 11.12.2023).
15. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. В 2-х томах. М.: Изд-во Агрорус, 2009-2011. Т. I. 816 с.; Т. II. 624 с.
16. Оптимизация структуры земельного фонда и развитие сети ООПТ в степной зоне России / Под научной ред. академика РАН А.А. Чибилёва. Оренбург: ИС УрО РАН, 2016. 212 с.
17. Чибилев А.А. Степная Евразия: проблемы идентификации мегарегиона и сохранения ключевых ландшафтных территорий // Проблемы региональной экологии. 2015. № 3. С. 191-198.
18. Добровольский Г.В. Деградация почв – угроза глобального экологического кризиса // Век глобализации. 2008. № 2. С. 54-65.
19. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. «Тихий кризис» агроландшафтов Центрального Черноземья // Земледелие. 2014. № 1. С. 3-6.
20. Рациональное природопользование и кормопроизводство в сельском хозяйстве России / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева. М.: РАН, 2018. 132 с.
21. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Лебедева Т.М., Яковлева Е.П. Агроландшафтно-экологическое районирование и оптимизация агроландшафтов Поволжского экономического района // Поволжский экологический журнал. 2005. № 3. С. 292-304.
22. Практическое руководство по ресурсосберегающим технологиям и приемам улучшения сенокосов и пастбищ в Волго-Вятском регионе / Кутузова А.А., Зотов А.А., Тебердиев Д.М., Косолапов В.М., Трофимов И.А., Привалова К.Н., Трофимова Л.С., Кулаков В.А., Проворная Е.Е., Родионова А.В., Жезмер Н.В., Яковлева Е.П., Седова Е.Г., Каримов Р.Р., Благоразумова М.В., Алтунин Д.А., Степанищев И.В., Лысиков А.В., Шевцов А.В., Фигурин В.А. и др. М.: Типография Россельхозакадемии, 2014. 75 с.
23. Каштанов А.Н. Земледелие. Избранные труды. М.: Россельхозакадемия, 2008. 685 с.
24. Оценка опустынивания земель России / Трофимов И.А., Шамсутдинов З.Ш., Орловский Н.С., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Шамсутдинова Э.З. Кормопроизводство. 2010. № 7. С. 3-6.
25. Трофимов И.А. Стратегия и тактика степного природопользования XXI века // Проблемы региональной экологии. 2000. № 4. С. 56-64.

УДК 631.52
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1358-1361

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ GALEGA ORIENTALIS ПРИ СОХРАНЕНИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ПОЧВЕННЫХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

USE OF GALEGA ORIENTALIS IN THE CONSERVATION AND RESTORATION OF SOIL AND BIOLOGICAL RESOURCES

Трузина Л.А.
Truzina L.A.

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», Лобня, Россия
FSC "V.R. Williams VIC", Lobnya, Russia

E-mail: truzina2012@yandex.ru

Аннотация. Многолетняя бобовая культура козлятник восточный наиболее перспективна для районов достаточного увлажнения. Имеет большое агротехническое значение. Образует на корнях большое количество клубеньков, способных к активной фиксации азота. На одном месте козлятник восточный может произрастать до 25 лет. Способен к активному вегетативному размножению за счет зимующих почек и корневых отпрысков. Разработанная технология возделывания включает следующие элементы: основную и предпосевную обработку почвы; покровную культуру; способы, сроки посева, нормы высева; удобрения; скарификацию и инокуляцию; внесение гербицидов или подкашивание; уборку покровной культуры; скашивания травостоя в определенную фазу уход за посевами в последующие годы; чередование уборки на зеленую массу и семена.

Отличается высокой урожайностью и высокой питательной ценностью. Концентрация обменной энергии достигает 9-10,5 МДж/кг сухого вещества, на одну кормовую единицу приходится до 200 граммов переваримого протеина. В зеленой массе содержится большое количество аминокислот. Его листья – наиболее ценная в кормовом отношении часть растения – при сушке не осыпаются. Козлятник восточный имеет мощную корневую систему, поэтому перспективен для использования при сохранении и восстановлении почвенных и биологических ресурсов.

Ключевые слова: Козлятник восточный, урожайность, биологические особенности, элементы технологии.

Abstract. The perennial legume crop is the most promising for areas of sufficient moisture. It is of great agronomic importance. It forms a large number of nodules on the roots, capable of active nitrogen fixation. Galega can grow in one place for up to 25 years. It is capable of active vegetative reproduction due to overwintering buds and root suckers. The developed cultivation technology includes the following elements: basic and pre-sowing tillage; cover crop; methods, sowing dates, seeding rates; fertilizers; scarification and inoculation; herbicide application or mowing; cover crop harvesting; mowing of grass in a certain phase, care of crops in subsequent years; Alternating harvesting for green mass and seeds.

It is characterized by high yields and high nutritional value. The concentration of metabolic energy reaches 9-10.5 MJ/kg of dry matter, one feed unit accounts for up to 200 grams of digestible protein. The green mass contains a large number of amino acids. Its leaves, the most valuable part of the plant in terms of feed, do not crumble when dried. Galega has a powerful root system, so it is promising for use in the conservation and restoration of soil and biological resources.

Key word: Galega, yield, biological characteristics, elements of technology.

Введение. Многолетняя бобовая культура козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.) наиболее перспективна для распространения в районах достаточного увлажнения. Благоприятные условия для его выращивания имеются в Нечерноземной зоне, Волго-Вятском и Уральском районах, Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, Северном Кавказе.

Козлятник восточный как бобовая культура имеет большое агротехническое значение. Развивая мощную корневую систему, он образует на корнях большое количество клубеньков, способных к активной фиксации азота. В пожнивных остатках в пахотном слое содержится от 146 до 819 кг/га азота.

Хорошо развитая корневая система козлятника дает возможность использовать его посевы на склоновых землях как средство борьбы с эрозией почвы, а также для восстановления почвенных и биологических ресурсов.

На одном месте козлятник восточный может произрастать более 15 лет. Урожайность этой бобовой культуры доходит до 70-80 т зеленой массы с 1 га. В отделе полевого

кормопроизводства на дерново-подзолистой почве в среднем за 25 лет использования травостоя получено в среднем около 10,3 т/га абсолютно сухого вещества. Возделывание козлятника восточного на одном месте без перепашки в течение многих лет позволяет значительно сократить материальные и трудовые затраты [1-3].

Корма из козлятника отличаются высокой питательной ценностью: концентрация обменной энергии достигает 9-10,5 МДж/кг сухого вещества, на одну кормовую единицу приходится до 200 граммов переваримого протеина, большим содержанием аминокислот [4].

К ценным хозяйственно полезным признакам козлятника восточного относится и то, что его листья – наиболее ценная в кормовом отношении часть растения – при сушке не осыпаются [5].

Ценная биологическая особенность козлятника восточного – способность к активному вегетативному размножению за счет зимующих почек и корневых отпрысков, благодаря чему его травостой с годами делается гуще. Поэтому козлятник и отличается большим долголетием без снижения продуктивности.

Вследствие раннего отрастания урожай первого укоса стабильно высок. Складывающиеся в этот период погодные условия на него особенно не влияют, так как урожай формируется, главным образом, за счет осенне-зимних осадков.

Целью данных исследований была разработка технологии возделывания высокобелковой культуры – козлятника восточного длительных сроков пользования с продуктивностью свыше 10 т/га сухого вещества и установление целесообразности размещения культуры в выводных полях прифермских севооборотов и на внесевооборотных участках.

Основная часть. Разработанная технология выращивания козлятника восточного состоит из следующих элементов.

Основная и предпосевная обработка почвы. Система основной обработки почвы должна предусматривать максимальное очищение ее поверхности от сорняков и выравнивание поверхности поля. Осенняя вспашка на глубину пахотного слоя имеет особое значение при борьбе с многолетними сорняками, особенно корнеотпрысковыми.

Предпосевную обработку почвы начинают с боронования с целью сохранения влаги и выравнивания поверхности. Основные задачи предпосевной обработки достигаются одной – двумя культивациями, выравниванием и прикатыванием для равномерной заделки семян и появления дружных всходов. Культивацию проводят на глубину 5-6 см, сочетая ее в зависимости от выбранной технологии с заделкой гербицидов и минеральных удобрений.

Способы, сроки посева, нормы высева. Козлятник восточный на корм можно возделывать беспокровно или под покров с применением гербицидов. Нашим Институтом разработана технология выращивания козлятника без покрова и под покровом кукурузы раннеспелых гибридов.

Данная технология позволяет максимально увеличивать сбор питательных веществ в год посева без отрицательного последействия на продуктивность травостоев в последующие годы жизни козлятника.

Срок посева рекомендуется ранневесенний при наступлении физической спелости почвы и прогревании ее на глубине заделки семян до 6-7°С. Под покров кукурузы посев проводят в оптимальные сроки более теплолюбивой культуры, то есть кукурузы. Ранневесенний срок посева обусловлен тем, что для успешной перезимовки растений козлятника необходимо, чтобы образовались зимующие в почве почки и корневые отпрыски с достаточным запасом пластических веществ. Для этого требуется не менее 120 дней активного роста. При меньшей продолжительности периода «всходы – окончание вегетации» наблюдается частичная гибель растений зимой и значительное снижение продуктивности во второй год жизни. Оптимальным сроком посева в Центральном районе Нечерноземной зоны считается первая или вторая декада мая.

Способ посева на корм – обычный рядовой (ширина междурядий 15 см). Посев под кукурузу проводят одновременно. Сначала высевают кукурузу широкорядным способом (на 45-60 см) с нормой высева семян 80 тыс. шт./га, затем зернотравяными сеялками высевают козлятник с нормой высева 4 млн шт./га (или 28-30 кг/га). Оптимальная глубина заделки семян 1-2 см, на более легких почвах – 3 см [6, 7].

Удобрения. Козлятник восточный выносит из почвы большое количество элементов питания. Так, с 10 ц сухого вещества вынос составляет азота – до 30 кг, фосфора – 5 кг и калия – 21 кг.

Поэтому без внесения достаточного количества органических и минеральных удобрений трудно рассчитывать на получение высоких урожаев. При внесении фосфорно-калийных удобрений исходят из планируемого урожая козлятника и обеспеченности почвы подвижным фосфором и обменным калием или берут среднюю норму (РК 90 кг/га д.в.). При посеве под кукурузу дополнительно применяют азотные удобрения от 60 до 90 кг/га д.в.

В дальнейшем при необходимости проводят осеннюю подкормку травостоев фосфорными и калийными удобрениями. Азотных удобрений козлятник не требует, так как способен фиксировать азот за счет клубеньковых бактерий, образующихся на его корнях.

Козлятник восточный в среднем за год накапливает от 95,0 до 374,5 кг/га азота. Поскольку содержание азота по отношению к сухой массе корневых остатков колеблется по вариантам незначительно, то накопление азота пропорционально корневым остаткам и вегетативной массе. Наибольшее количество азота накапливается при посеве с междурядьями 15 см и внесении азота 90 кг/га д.в. – от 236,3 до 374,5 кг/га.

Подготовка семян к посеву. Основные приемы подготовки семян козлятника к посеву – скарификация и инокуляция.

Скарификация – обязательный технологический прием при возделывании козлятника. Семена его отличаются твердокаменностью, препятствующей набуханию и прорастанию. Смена пропускают через скарификаторы или клеверотерки. Мелкие партии можно обработать наждачной бумагой. Поскольку скарифицированные семена быстро теряют всхожесть, обработку проводят не ранее, чем за 15-20 дней до посева.

Обязательным приемом при возделывании козлятника является и инокуляция семян, то есть обработка специфичными штаммами клубеньковых бактерий (ризобиум). Для инокуляции семян козлятника используют только специфичный препарат ризоторфин. На гектарную норму семян козлятника достаточно 200 г ризоторфина. Способ его применения весьма прост: семена смачивают водой из расчета 1% к массе семян, затем на них высыпают препарат и тщательно перемешивают. Затем слегка подсушивают в тени до сыпучести и высевают в тот же день.

Применение гербицидов. Отличительной биологической особенностью козлятника восточного является медленный рост и развитие растений, особенно в первые 1,5-2 месяца после всходов, поэтому посевы его сильно подавляются сорной растительностью, особенно в беспокровных посевах.

Внесение почвенных гербицидов (Эрадикан, 72% к.э., 6 л/га) значительно снижает засоренность посевов, но через 40-45 дней их фитотоксичность существенно снижается, и сорняки вновь появляются в результате так называемой второй волны роста. В этом случае проводят обработку повсходовыми препаратами в фазе 2-3 листьев козлятника или 4-5 листьев у кукурузы (2,4-ДМ, 80% р.п., 1,2 кг/га; Базагран, 48% в.р., 2 л/га) [8].

При отсутствии гербицидов сильно засоренные беспокровные посевы подкашивают 1-2 раза за вегетацию на высоком срезе, не затрагивая при этом растений козлятника.

При посеве под покров кукурузы применение гербицидов обязательно! Иначе посевы так зарастают сорняками, что практически полностью погибают. При уничтожении сорной растительности козлятник прекрасно развивается под покровом кукурузы, которая в начальный период также растет медленно, не затеняя растения подпокровного козлятника.

Кукурузу рекомендуем убирать в первой половине августа на зеленую массу или ранний силос на высоте 10-15 см. После этого козлятник отрастает, но скашивать его осенью не следует. Беспокровные посевы подкашивают, если они достигают высоты 25-30 см в конце августа или после окончания периода вегетации, то есть после 1 октября, не ранее.

При хорошо сформированном по густоте травостое, а это достигается при соблюдении рекомендуемых приемов технологии в год посева, в дальнейшем уход за посевами козлятника минимален. Он сводится к весенним или осенним подкормкам фосфорно-калийными удобрениями и при необходимости уничтожению многолетних корневищных сорняков (таких как пырей ползучий, а также ромашка, осоты, бодяки).

Во второй и последующие годы козлятник восточный убирают дважды за сезон: в начале фазы бутонизации, чередуя с началом фазы цветения в первом укосе, при втором укосе в конце сентября.

Заключение. Таким образом, при сохранении и восстановлении почвенных и биологических ресурсов, а также увеличения производства объемистых кормов, посевы козлятника восточного, наиболее пригодной бобовой культуры для длительного выращивания, просто незаменимы и необходимы, причем с учетом того факта, что в настоящее время

значительные площади пашни выведены из сельскохозяйственного использования (поля практически зарастают сорняками и кустарниками).

Список литературы

1. Патент № 2156055 C2 Российская Федерация, МПК A01G 1/00, A01B 79/02. Способ выращивания козлятника восточного: № 98118732/13: заявл. 13.10.1998: опубл. 20.09.2000 / Г.Д. Харьков, Л.А. Трузина, Г.В. Белова; заявитель Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В.Р. Вильямса.

2. Трузина Л.А. Особенности создания агроценозов козлятника восточного Современное состояние и стратегия развития кормопроизводства в XXI веке: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 09-12 июля 2012 года. Новосибирск: ИИЦ ГНУ СибНСХБ Россельхозакадемии, 2013. С. 260-264.

3. Трузина Л.А. Условия для длительного и продуктивного функционирования травостоев козлятника // Современное состояние и стратегия развития кормопроизводства в XXI веке : материалы Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 09-12 июля 2012 года. Новосибирск: ИИЦ ГНУ СибНСХБ Россельхозакадемии, 2013. С. 264-267.

4. Трузина Л.А. Эффективность возделывания козлятника восточного (Galega orientalis Lam.) в условиях Центрального района Нечернозёмной зоны // Кормопроизводство. 2012. № 6. С. 20-21.

5. Трузина Л.А. Перспективное возделывание козлятника восточного под покровом кукурузы // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: Материалы VIII Международного симпозиума, Москва, 22-26 июня 2009 года. Т. 2. Москва: Российский университет дружбы народов, 2009. С. 514-515.

6. Трузина Л.А. Сравнительная оценка продуктивного долголетия травостоев люцерны изменчивой и козлятника восточного, возделываемых под покровом кукурузы // Актуальные направления селекции и использование люцерны в кормопроизводстве: Сб. науч. тр. Вып. 4(52). Москва: Угрешская типография, 2014. С. 122-127.

7. Трузина Л.А. Продуктивность и длительность пользования травостоем люцерны и козлятника восточного на дерново-подзолистых почвах // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство, Лобня, 27 августа 2011 года. Лобня: Угрешская типография, 2011. С. 149-155.

8. Кутузов Г.П., Трузина Л.А., Красавина Н.Ю. Интегрированная система борьбы с сорняками в кормопроизводстве // Кормопроизводство России: сб. науч. тр. к 75-летию Всероссийского научно-исследовательского института кормов имени В.Р. Вильямса. Москва: типография ТОО «Корина», 1997. С. 392-403.

УДК 314.87; 519.254
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1362-1368

ДЕПОПУЛЯЦИЯ НАСЕЛЕНИЯ СТЕПНЫХ РЕГИОНОВ ЕВРАЗИИ: ОЦЕНКА И ПЕРСПЕКТИВЫ

DEPOPULATION OF THE POPULATION OF THE STEPPE REGIONS OF EURASIA: ASSESSMENT AND PROSPECTS

ТуктамышеваЛ.М.
Tuktamysheva L.M.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: lmtuktamisheva@mail.ru

Аннотация. Цель исследования состоит в анализе тенденций депопуляции населения степных регионов РФ. Особенностью степных регионов является их, с некоторыми исключениями, приграничное расположение, низкая плотность и уровень урбанизации населения.

Материалы исследования представляют собой официальные статистические данные из открытых источников сети Internet. Исследование проводилось как на основе расчета специального показателя депопуляции населения, так и на основе анализа и прогнозирования численности населения степных регионов. Для прогнозирования численности населения использованы модели авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего, а также рекуррентная нейронная сеть долгой краткосрочной памяти.

Расчеты показали, что в степных регионах наблюдается устойчивая тенденция к депопуляции населения, в части регионов это компенсируется положительным миграционным сальдо из других регионов РФ и других стран, а в части регионов ситуация усугубляется оттоком населения.

Сокращение численности населения степных регионов, вызванное как естественным, так и механическим движением, может привести к необратимым с точки зрения демографической безопасности процессам, что, учитывая приграничный характер их расположения может нести особый риск и требует дифференцированного подхода в проведении демографической политики.

Ключевые слова: депопуляция, прогнозирование, население степных регионов, машинное обучение.

Abstract. The purpose of the study is to analyze trends in depopulation of the population of the steppe regions of the Russian Federation. The peculiarity of the steppe regions is their, with some exceptions, border location, low density and level of urbanization of the population.

The research materials are official statistical data from open Internet sources. The study was conducted both on the basis of calculating a special indicator of population depopulation, and on the basis of analyzing and forecasting the population of steppe regions. To predict the population size, integrated moving average autoregression models were used, as well as a recurrent neural network of long-term short-term memory (LSTM).

Calculations have shown that in the steppe regions there is a steady trend towards depopulation of the population, in some regions this is offset by a positive migration balance from other regions of the Russian Federation and other countries, and in some regions the situation is aggravated by population outflow.

The decrease in the population of steppe regions caused by both natural and mechanical movement can lead to irreversible processes from the point of view of demographic security, which, given the cross-border nature of their location, may carry a special risk and requires a differentiated approach in conducting demographic policy.

Key words: depopulation, forecasting, population of steppe regions, machine learning.

Введение. Несмотря на то, что ученые смогли объяснить многие демографические процессы с помощью теории демографического перехода, однако, не теряют актуальности исследования депопуляции населения отдельных регионов, что объясняется тем, что «теория демографического перехода не обладает достаточной степенью универсальности для региональных исследований» [1].

Изучением вопросов депопуляции населения занимались многие зарубежные и отечественные ученые, исследования которых базировались на несколько различающихся понятиях депопуляции. Объяснение этому дал в своем исследовании Рыбаковский Л.Л. [2-4]. В основном различия в оценке депопуляции проявляются за счет включения или не включения вклада миграции в изменение численности населения, использования абсолютных или относительных показателей рождаемости и смертности. В данном исследовании мы будем

придерживаться понятия депопуляции как устойчивого снижения численности населения, вызванного естественными причинами, то есть естественной убылью населения, однако, будем также рассматривать и снижение численности населения как таковое, которое может быть вызвано также совокупностью других причин: эпидемиологической, политической обстановкой, внутренней и внешней миграцией.

При изучении депопуляции населения ученые установили наличие значимых различий в характере убыли для сельского населения, для регионов со значимой долей титульного населения, а также регионов, имеющих существенные различия в климатических, географических особенностях и т.п. [5-9].

Особенностью степных регионов является как правило малозаселенность и приграничность территории. Население таких преимущественно сельскохозяйственно-ориентированных степных регионов, согласно оценкам специалистов, потеряла с начала 90-х более полумиллиона человек и это с учетом того, что «граничное расположение этих регионов позволило сгладить провал за счет мигрантов из бывших союзных республик» [10].

Цель исследования состоит в анализе тенденций естественного воспроизводства населения степных регионов РФ.

Материалы и методы. Данные для проведения исследования взяты из открытых источников, публикуемых Федеральной службой государственной статистики, включая данные переписи населения СССР, начиная с 1959 года.

Для достижения цели использовались аналитический, сравнительный методы исследования, а также статистические методы и метод машинного обучения (нейронная сеть). Для построения моделей использован язык программирования Python.

Оценка депопуляции населения проводилась на основе расчета показателя депопуляции населения, рассчитываемого как соотношение показателей смертности и рождаемости [3].

Для прогнозирования численности населения использованы модели:

1) авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего АРПСС (1,1,0). Общий вид модели:

$$\Delta x_t = \alpha \cdot \Delta x_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

где Δx_t – прирост численности населения;

α – параметр авторегрессии;

ε_t – ошибка модели, удовлетворяющая условиям нормального распределения, некоррелированности и гомоскедастичности.

2) авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего с интервенцией АРПСС (1,1,0)(1,0,0). Общий вид модели:

$$\Delta x_t = \alpha \cdot \Delta x_{t-1} + \beta \cdot \Delta x_{t-10} + \gamma \cdot I_t + \varepsilon_t, \quad (2)$$

$$I_t = \begin{cases} 1, & t = 52 \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

где Δx_t – прирост численности населения;

α – параметр авторегрессии;

β – параметр авторегрессии для десятилетнего цикла;

γ – параметр при переменной Хевисайда I_t, принимающей значение 1 для 2010 года. В 2010 году проведена Всероссийская перепись населения, которая позволила уточнить численность населения, что привело к существенному скачку в статистических данных.

3) Рекуррентная нейронная сеть долгой краткосрочной памяти (Longshort-termmemory; LSTM). Сеть LSTM хорошо обрабатывает данные в форме последовательности, то есть временные ряды. В отличие от других вариантов рекуррентных нейронных сетей имеет возможность учитывать долгосрочные зависимости и осуществлять прогнозирование опираясь на информацию, имевшую место в прошлом, но важную для данного периода прогнозирования. Отличие нейронной сети состоит именно в том, что в этом случае модель принимает решение важна эта информация сейчас или нет. Нейронная сеть имеет рекуррентный и полносвязный слой. Число параметров полносвязного слоя 30, рекуррентного слоя 140. Для обучения использовался алгоритм адаптивной оптимизации Adam (AdaptiveMomentEstimation – Адаптивная оценка момента). Модель обучалась на 100 эпохах, однако уже после 86 эпох обучения разница между значением функции потерь в форме средней квадратичной ошибки не превышала одну тысячную.

Результаты и обсуждение. Естественное движение населения «отражает реальные глубинные долгосрочные демографические тенденции», однако рассмотрение только

естественного движения без сопоставления с общим изменением в численности населения не позволит, на наш взгляд, в полной мере отразить демографическую ситуацию [11].

Используем коэффициент депопуляции, который рассчитывается как отношение коэффициента смертности к коэффициенту рождаемости, для оценки уровня депопуляции в степных регионах, а также абсолютную разницу между численностью населения текущего года с предыдущим. Коэффициент депопуляции охватывает только естественные причины и не учитывает миграцию, а использование изменения численности населения от года к году позволит в том числе учесть и механическое движение населения.

Таблица 1

Динамика коэффициентов депопуляции (y) и абсолютного прироста/снижения численности населения (x) степных регионов РФ

Регион	Годы	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Белгородская область	x	-	3,1	-2,5	-2,1	2,1	-7,5	-9,0	-22,0
	y	1,21	1,25	1,39	1,47	1,56	1,95	2,28	2,00
Воронежская область	x	-	3,3	-0,3	-4,5	-2,3	-17,2	-16,5	-17,3
	y	1,38	1,42	1,52	1,60	1,68	2,01	2,51	2,04
Республика Адыгея	x	-	4,7	2,7	4,0	10,9	2,9	7,9	-0,3
	y	1,04	1,08	1,19	1,24	1,35	1,40	1,60	1,41
Республика Калмыкия	x	-	-0,9	-2,4	-2,8	-1,5	-1,3	-2,5	-1,9
	y	0,72	0,79	0,90	0,87	0,91	1,09	1,35	1,14
Краснодарский край	x	-	70,5	45,7	57,9	40,3	21,5	16,4	-12,7
	y	0,96	0,98	1,04	1,04	1,14	1,38	1,63	1,47
Волгоградская область	x	-	-6,9	-10,0	-9,8	-12,5	-12,6	-20,8	-22,7
	y	1,20	1,22	1,31	1,41	1,56	2,01	2,39	1,93
Ростовская область	x	-	-1,0	-7,4	-14,7	-1,1	-12,9	-24,3	-27,8
	y	1,15	1,20	1,30	1,39	1,48	1,78	2,20	1,85
Ставропольский край	x	-	14,4	7,4	5,4	19,2	0,1	-1,7	-11,3
	y	0,89	0,90	0,97	1,05	1,13	1,34	1,57	1,33
Республика Башкортостан	x	-	4,8	3,9	-4,7	-5,1	-16,8	-4,5	-14,0
	y	0,92	0,94	1,02	1,07	1,17	1,47	1,68	1,35
Оренбургская область	x	-	-11,8	-18,3	-20,6	-11,5	-19,1	-23,5	-14,4
	y	0,99	1,01	1,15	1,21	1,30	1,70	2,00	1,59
Самарская область	x	-	0,7	-7,2	-7,5	-0,6	-22,3	-19,5	-21,7
	y	1,11	1,11	1,27	1,30	1,42	1,90	2,09	1,80
Саратовская область	x	-	-2,0	-10,0	-15,8	-12,7	-20,5	-26,6	-26,1
	y	1,23	1,28	1,43	1,53	1,65	2,18	2,64	2,10
Курганская область	x	-	-10,8	-11,6	-13,9	-10,5	-11,6	-16,1	-10,7
	y	1,20	1,28	1,37	1,50	1,65	1,93	2,29	2,00
Челябинская область	x	-	1,9	-9,1	-16,9	-9,1	-23,3	-23,9	-14,5
	y	1,00	1,02	1,13	1,22	1,32	1,67	1,82	1,46
Алтайский край	x	-	-21,4	-25,9	-27,6	-26,0	-31,1	-38,0	-24,1
	y	1,12	1,17	1,30	1,42	1,54	1,92	2,30	1,93
Новосибирская область	x	-	18,9	10,8	6,1	6,4	-10,8	-3,9	-3,2
	y	0,92	0,94	1,04	1,11	1,19	1,49	1,67	1,43
Омская область	x	-	-8,4	-15,1	-18,4	-20,0	-25,5	-26,6	-19,4
	y	0,93	0,99	1,12	1,18	1,29	1,68	1,95	1,62
Республика Крым	x	-	10,3	6,7	3,2	5,8	-6,6	-0,9	-14,3
	y	1,21	1,27	1,32	1,33	1,40	1,63	1,96	1,72

Результаты расчетов коэффициента депопуляции и абсолютного прироста/убыли населения показывают, что к 2022 году в степных регионах наблюдается снижение населения на фоне депопуляции.

Отметим ряд регионов, в которых за рассматриваемый период происходило ежегодное снижение населения. Речь идет о республике Калмыкия, Волгоградской, Ростовской, Оренбургской, Самарской, Саратовской, Курганской, Челябинской, Омской областях и Алтайском крае. Например, среди выделенных регионов таких как Саратовская, Оренбургская области и в Алтайский край потери населения в сравнении с 2015 годом составили соответственно 113,7, 119,2 и 194,1 тыс. человек.

В последний раз в период с 2015 по 2022 гг. в степных регионах России коэффициент депопуляции был ниже единицы в Республике Калмыкия в 2019 году, то есть там рождаемость превышала смертность. Высокие значения коэффициента депопуляции наблюдаются в большинстве регионов, а в ряде степных регионов в 2022 году коэффициент депопуляции превышает 2, то есть умерших в два раза больше родившихся (Белгородская область, Воронежская область, Саратовская область, Курганская область).

Есть среди степных регионов и такие, где в сравнении с 2015 годом происходил рост численности населения вплоть до 2021 года включительно, например, это Республика Адыгея, Краснодарский край, Ставропольский край, Новосибирская область, республика Крым. Выделим при этом Новосибирскую область, которая выделяется среди остальных степных регионов Сибири. Причиной роста населения этого региона является увеличение уровня и качества жизни в регионе. Особенно привлекает мигрантов г. Новосибирск как крупный торговый, промышленный центр, с большим количеством учреждений среднего и высшего образования. Южные степные регионы имели в целом рост населения за счет положительного миграционного сальдо (кроме 2022 года), а также относительно высокой рождаемости.

Наибольшие потери степные регионы несли в 2021-2022 годах, например, в Саратовской областиэти годы внесли более 46% в общее снижение населения за период с 2015 по 2022 гг., около трети всех потерь произошли для Алтайского края, Оренбургской и Омской области.

Анализ *таблицы 1* позволяет сделать вывод, что миграция также вносит существенный вклад в процессы обезлюдивания степных регионов, что хорошо заметно для Оренбургской области. Так, например, показатель депопуляции в 2017 году (1,15) гораздо ниже, чем для 2020 года (1,7), однако снижение численности населения в эти годы практически одинаковое, что говорит о том, что снижение населения в 2017 году происходило не за счет депопуляции, а механического движения, такие же выводы можно сделать сравнив данные 2017 и 2019 гг.

Рассмотрим тенденции в динамике депопуляции Оренбургской области более подробно.

Несмотря на то, что в последние десятилетия государством были предприняты беспрецедентные меры по увеличению рождаемости [12], численность населения в Оренбургской области, как в среднем и по стране продолжала снижение *(рисунок 1)*.

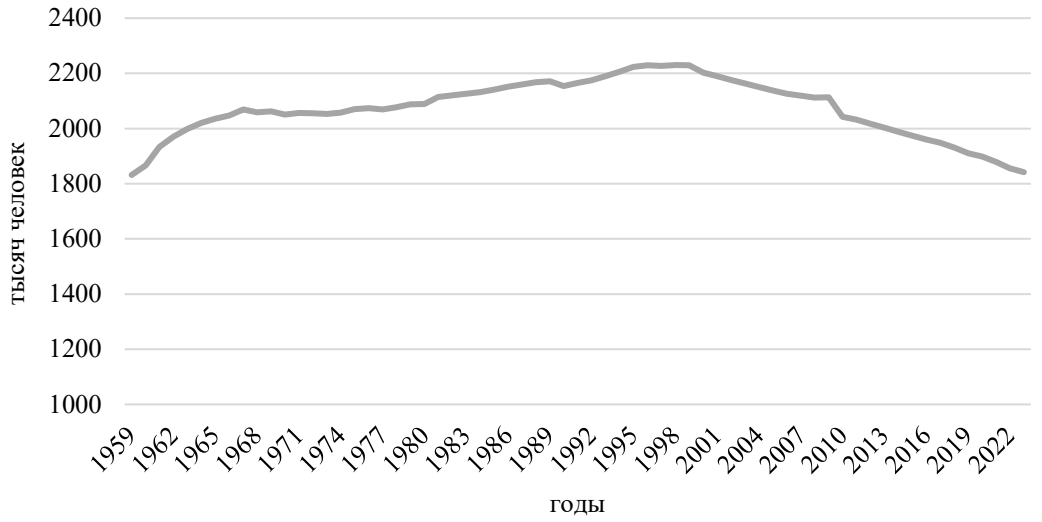


Рисунок 1. Динамика численности населения Оренбургской области (составлено автором). Данные за период между 1961-1966 гг., 1968-1969 гг., а также 1987-1988 гг. получены автором на основе интерполяции по полиному шестого порядка.

По графику можно увидеть, что вплоть до 1998 года наблюдалось увеличение численности населения. В основном это происходило за счет миграции, при этом наблюдалось падение рождаемости и рост смертности. С 1999 года началось снижение численности населения Оренбургской области за счет значительного превышения смертности над рождаемостью, объемы миграции не позволяли перекрывать естественную убыль населения. Исключением стал 2009 год, когда численность населения возросла на 1000 человек по сравнению с предыдущим годом. В последующие годы, благодаря предпринятым государствам мерам удалось добиться значимого увеличения рождаемости, однако, регион продолжал терять население, что было связано с высоким, относительно среднероссийского, уровнем смертности, а также механическим движением населения: жители региона переезжали в столичные или в соседние регионы с городами миллионниками, а также в южные регионы России. В целом потери в сравнении с максимальной численностью населения в регионе, достигнутой в 1998 году и данными 2022 года составили 319,2 тыс. человек, что в процентном отношении от численности населения 1998 года составляет потери более чем в 14,6%.

Период спада рождаемости, пришедшегося на середину 90-х годов, привел к структурным изменениям в населении Оренбургской области, связанным со снижением числа населения репродуктивного возраста во второй половине десятых годов - начале 20-х годов. Свой отпечаток наложили и сложная эпидемиологическая ситуация по коронавирусу, турбулентность в экономике и международная ситуация. Исследователи склоняются к мнению, что «волнообразность демографического развития» может усилиться, если не предпринять мер, связанных с «изысканием дополнительных ресурсов» [4]. Отрицательное межрегиональное миграционное сальдо также вносит свой вклад в падение числа рождений, что связано с тем, что выбывает как правило население в трудоспособном и, следовательно, чаще всего в фертильном возрасте.

Тем не менее исследования показали, что рост рождаемости, наблюдаемый в период с 2007 по 2015 гг. будет иметь положительный пролонгированный эффект в 30-е годы, когда поколение родившихся в этот период вступит в фертильный возраст [13]. Рост рождаемости при сохранении тенденций в смертности и миграции должен будет привести к незначительному росту или снижению темпов снижения численности.

Для оценки перспектив в демографической ситуации в регионе осуществим прогнозирование численности населения Оренбургской области. Использованы три вида моделей: авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего, авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего с интервенцией и нейронная сети долгой краткосрочной памяти (LSTM). Несмотря на то, что некоторые исследователи используют для прогнозирования численности населения модели, представляющие собой полиномы разной степени, чтобы добиться хорошей аппроксимации нелинейного ряда динамики численности населения, однако, на наш взгляд, при использовании любого полинома степени два и выше, по сути, моделируется только одна ветка параболической кривой, а при прогнозировании можно перейти точку перегиба [14]. Соответственно при переходе точки перегиба модель будет прогнозировать в совершенно противоположном направлении, чем ожидает исследователь. По всем трем моделям средняя процентная ошибка аппроксимации оказалась менее 5%, что свидетельствует о высоком качестве моделей. При этом на основе метода спектрального анализа (окно Парзена шириной шага 7) доказано существование десятилетнего цикла, который можно объяснить влиянием характера сбора информации (переписи населения проводятся раз в 10 лет). Перепись населения позволяет уточнить численность населения, расчеты за другие годы проводятся на основе числа рождений, смертей, прибытия и убытия населения, что в итоге приводит к появлению периодичности, которую можно установить лишь на основе спектрального анализа. Введение коэффициента авторегрессии с десятилетним лагом и его значимость на уровне 5% доказало существование десятилетнего цикла. В *таблице 2* представлены характеристики моделей, а также результаты прогнозирования.

Согласно прогнозам, численность населения Оренбургской области в 2035 году будет составлять от 1763,34 тыс. человек до 1835,23 тыс. человек. Отметим, что наиболее пессимистичным является прогноз по модели авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего с интервенцией, согласно которой по сравнению с 2022 годом снижение составит 77,57 тыс. человек. Наиболее благоприятным является прогноз по рекуррентной модели нейронной сети LSTM, что можно объяснить тем, что эта модель в отличие от моделей авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего в большей степени учитывает

прошлые тенденции развития и ожидает проявления эффекта гребня демографической волны, когда в фертильный возраст вступает поколение людей, родившихся в период высокой рождаемости (для Оренбургской области это 2007-2016 гг., когда рождаемость превышала 12,1 и достигала 14,8 рождений на 1000 человек населения).

Таблица 2

Характеристики моделей прогнозирования и перспективные оценки численности населения Оренбургской области (тыс. чел.)

Название модели	АРПСС (1,1,0)	АРПСС (1,1,0) (1,0,0)	LSTM
Средняя процентная ошибка аппроксимации, %	2,9	1,9	0,92
Средняя квадратическая ошибка прогноза, тыс. чел.	1,5	0,09	0,04
2024	1825,30	1820,17	1848,86
2025	1820,88	1812,40	1843,67
2026	1817,81	1806,14	1841,20
2027	1815,63	1798,99	1840,50
2028	1814,03	1791,85	1839,79
2029	1812,83	1787,56	1838,38
2030	1811,89	1781,60	1837,61
2031	1811,12	1774,73	1837,17
2032	1810,47	1770,43	1836,84
2033	1809,91	1766,98	1836,12
2034	1809,40	1764,19	1835,14
2035	1808,91	1763,43	1835,23

Заключение. Среди степных регионов России преимущественно наблюдается снижение населения как за счет естественного, так и за счет механического движения (миграции). Наибольшая депопуляция характерна для степных регионов Сибири (за исключением Новосибирской области), Урала и Поволжья. Южные степные регионы вплоть до 2020 года характеризовались приростом населения, однако, и в них в последние годы происходило снижение численности населения, причиной которого явилось непосредственно депопуляция и отрицательная миграция.

Депопуляция населения степных регионов, а также механическое снижение численности населения вызванная миграцией, может привести к необратимым с точки зрения демографической безопасности процессам, что, учитывая приграничный характер их расположения может нести особый риск.

Список литературы

1. Фокеева Л.В. Система взглядов на проблему депопуляции населения // Вестник БГУ. Серия 2: Химия. Биология. География. 2007. № 3. С. 93-100.

2. Рыбаковский Л.Л., Кожевникова Н.И. Депопуляция в России, ее этапы и их особенности // Народонаселение. 2018. № 2. С. 4-17.

3. Рыбаковский Л.Л. 20 лет депопуляции в России. М.: Экон-информ, 2014. 231 с.

4. Рыбаковский О.Л. Депопуляция в регионах России: итоги за 1992-2022 гг. и компоненты // Народонаселение. 2023. Т. 26. № 2. С. 4-17.

5. Егоров Д.О. Пространственное сжатие и поляризация сельского пространства Республики Татарстан на фоне депопуляции населения // Региональные исследования. 2020. № 4(70). С. 32-45.

6. Егоров Д.О. Сельское расселение России: типология территорий по людности сельских населенных пунктов // Региональные исследования. 2018. № 4 (62). С. 4-16.

7. Николаева У.Г., Покровский Н.Е., Смирнов С.Н. Качество и образ жизни сельского населения в условиях нарастающей депопуляции: региональный аспект // Социально-трудовые исследования. 2019. № 4 (37). С. 33-44.

8. Феоктистова Н.И. Факторы, влияющие на депопуляцию населения Дальнего Востока // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 66-3. С. 53-60.

9. Филимонов С.Н., Баран О.И., Рябов В.А. Естественное воспроизводство населения Сибирского федерального округа в начале второй волны депопуляции (особенности и прогноз) // Здравоохранение Российской Федерации. 2019. Т. 63. № 3. С. 116-121.

10. Руднева О.С., Соколов А.А. Динамика численности населения регионов степной зоны России: предпосылки и прогноз // Вопросы региональной экономики. 2018. № 4(37). С. 96-101.

11. Крупко А.Э., Михайлов К.М. Естественное воспроизводство населения Рязанской области за предыдущее десятилетие и устойчивое развитие региона//Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. 2023. № 4.С. 50-60.

12. Аганбегян А.Г. Сбережение населения России под вопросом // Народонаселение. 2018. Т. 21, № 4. С. 4-13.

13. Туктамышева Л.М., Чибилев А.А., Мелешкин Д.С., Григоревский Д.В. Оценка репродуктивного поведения и рождаемости на примере степных регионов России // Народонаселение. 2023. Т. 26. № 1. С. 29-38.

14. Куленцан А.Л., Марчук Н.А. Анализ депопуляции населения в РФ // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2021. № 2(66). С. 44-49.

УДК 631.617
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1369-1375

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ДЕГРАДИРОВАННЫХ АРИДНЫХ ПАСТБИЩНЫХ ЭКОСИСТЕМ В СЕВЕРНОМ ПРИКАСПИИ

TECHNOLOGICAL METHODS FOR RECLAIMATION OF DEGRADED ARID PASTURAL ECOSYSTEMS IN THE NORTHERN CASPIAN REGION

Тютюма Н.В., Булахтина Г.К.
Tyutyuma N.V., Bulahtina G.K.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», Астраханская область, с. Соленое Займище, Россия
Federal State Budgetary Scientific Institution "Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Astrakhan region, village Solenoye Zaimishche, Russia

E-mail: gbulaht@mail.ru

Аннотация. В статье представлены разработки технологических приемов восстановления нарушенных пастбищных экосистем отдела рационального природопользования Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН (ФГБНУ «ПАФНЦ РАН») в Черноярском районе Астраханской области, который по степени засушливости причислен к сильно-аридной зоне полупустынь и сухих степей. Исследования отдела в разные годы включали разработку технологии создания монокомпонентного агрофитоценоза из житняка и поликомпонентного пастбища с использованием кустарника терескена, полукустарничков: прутняка простертого, камфоросмы Лессинга с посевом в междурядья трав житняка, мятлика и пырея. Были разработаны видовые составы агрофитоценозов интенсивных сенокосов в условиях орошения, направленные на стабилизацию, увеличение их продуктивности и долголетия, для обеспечения животноводства полноценными и высокопитательными кормами с использованием нетрадиционных для региона кормовых культур: клевера, фистулолиума, двукисточника. Разработаны приемы агролесомелиорации полупустынных пастбищных фитоценозов, в т.ч. созданы зоомелиоративные насаждения с использованием соле-засухоустойчивых и морозостойких видов растений, способных не только выживать в экстремальных условиях, но и формировать большой урожай биомассы высокого кормового качества. Разработан способ использования восстановительного режима в качестве фитомелиоративного приема биологической рекультивации нарушенных земель сельскохозяйственного назначения, а именно: нарушенное пастбище или часть его на год консервируется, т.е. исключается любое воздействие на растительный покров. В первый год «полного отдыха» пастбища происходит самообсеменение растительного покрова; второй год травостой используют для выпаса поздней осенью (с ноября) и зимой или для сенокошения.

Ключевые слова: опустынивание, аридная зона, пастбищные экосистемы, фитомелиорация, защитные лесные насаждения, восстановительный режим.

Abstract. The article presents the development of technological methods for restoring disturbed pasture ecosystems of the department of rational environmental management of the Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (FGBI "PAFSC RAS") in the Chernoyarsk region of the Astrakhan region, which, due to the degree of aridity, is classified as a highly arid zone of semi-deserts and dry steppes. The department's research over the years included the development of a technology for creating a monocomponent agrophytocenosis from Agropyron and a polycomponent pasture using Krascheninnikovia shrubs, subshrubs: Kochia prostrata, Camphorosma lessingii with sowing Agropyron, Poa and Elytrigia between the rows. Species compositions of agrophytocenoses of intensive hayfields under irrigated conditions were developed, aimed at stabilizing, increasing their productivity and longevity, to provide livestock with complete and highly nutritious feeds using forage crops that are non-traditional for the region: Trifolium, Festulolium, and Phalaris arundinacea. Techniques have been developed for agroforestry reclamation of semi-desert pasture phytocenoses, incl. zoo-reclamation plantings have been created using salt-drought-resistant and frost-resistant plant species that can not only survive in extreme conditions, but also form a large yield of biomass of high feed quality. A method has been developed for using the restoration regime as a phytomeliorative method for the biological reclamation of disturbed agricultural lands, namely: the disturbed pasture or part of it is conserved for a year, i.e. any impact on vegetation cover is excluded. In the first year of “complete rest” of the pasture, self-seeding of the vegetation occurs; In the second year, the grass stand is used for grazing in late autumn (from November) and winter or for haymaking.

Key words: desertification, arid zone, pasture ecosystems, phytomelioration, protective forest plantings, restoration regime.

Введение. Деградация и опустынивание в РФ является основной проблемой на землях площадью свыше 100 млн га. Только в Республике Калмыкия и Астраханской области таких земель более 6 млн. га. В этих регионах, где характерен засушливый климат, крайне высокие дневные температуры в период вегетации растений, засоленные и обедненные почвы, проблема полноценного кормления животных встает особенно остро [1, 2].

Ряд ученых (Аличаев М.М., Султанова М.Г., Мусалаева П.Д.) отмечают, что в процессе аридной деградации просматривается две стадии. Причем, если первая – это естественные процессы устойчивого почвообразования, связанные с изменением климата и функционированием живых организмов, то вторая стадия обусловлена антропогенным воздействием, которое создает неустойчивый почвенный покров [3].

Проводя многолетние исследования в аридных регионах России, Узбекистана, Туркмении и Монголии ученые (Золотокрылин А.Н., 2005; Золотокрылин А.Н., Гунин П.Д. и др., 2007; Гунин П.Д., Панкова Е.И. и др., 2018) утверждают, что «целесообразно говорить об антропогенной деградации, а не об опустынивании экосистемы только в том случае, если не наблюдается усиление аридности климата» [4-6].

При этом, эффект синергизма от взаимодействия природных и антропогенных факторов создает особенную угрозу масштабных деградационных процессов [7, 8].

Так в Республике Калмыкия и Астраханской области после жесточайшей летней засухи и осенних песчаных и пыльных бурь 2020 года произошло резкое снижение поголовья скота: с мая 2020 по февраль 2021 гг. – почти на 1 млн голов. А в Терско-Кумском междуречье резко возросшее поголовье скота привели к неизбежной экологической катастрофе – массовому оголению и движению песков на большей части (около 60%) территории песчаных пастбищ [9, 10].

Таким образом, процессы опустынивания и деградации на фоне изменений климата в XXI в. в семиаридных и аридных регионах еще сильнее обострят стоящую перед человечеством серьезную проблему продовольственной безопасности, затрагивающей все направления сельского хозяйства.

Принцип разумного использования земельных ресурсов в подобных климатических условиях стал особенно актуальным в тот период, когда в середине прошлого века после «поднятия целинных и залежных земель» страна столкнулась с грозной, неуправляемой стихией – пыльными бурями, ветровой и водной эрозией. Эти, обусловленные человеческой деятельностью явления, стали ярким примером непродуманных экономических решений, горьким опытом нерационального природопользования. Для многих специалистов стало совершенно очевидным, что проблема рационального природопользования аридных территорий России не может быть решена без разработки особой стратегии сельскохозяйственного производства, ориентированной на адаптивное землепользование, восстановление и сохранение природно-ресурсного потенциала, повышение продуктивности и охрану традиционных агроландшафтов.

Установлено, что фитомелиорация является основой адаптивного земледелия, что под сомкнутым травостоем за счет конденсации транспирационного и адвективного паров воды в почве образуется влага, сравниваемая с осадками. Также доказана существенная роль лесомелиорации, которая необходима для охраны почв и устойчивости полевых агроландшафтов с применением кустарниковых и древесных насаждений. Эти насаждения предотвращают эрозионные процессы, способствуют дополнительному снегозадержанию в зоне их влияния, уменьшению глубины промерзания зимой и увеличению влажности почвы в летний период [11-17].

Основная часть. Северная часть Прикаспия, представляющая наиболее континентальную и засушливую часть Европейской территории Российской Федерации, по своим природно-климатическим характеристикам относится к ярко выраженной аридной зоне. Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН (ФГБНУ «ПАФНЦ РАН») расположен в Черноярском районе Астраханской области, который по степени засушливости причислен к сильно-аридной зоне полупустынь и сухих степей.

В Прикаспийском центре Отдел рационального природопользования был сформирован в 1991 году. Исследования отдела в разные годы были направлены на формирование методологических подходов в области моделирования и прогнозирования динамики агроландшафтов, оценку антропогенного воздействия на окружающую среду, в том числе была дана комплексная экологическая оценка устойчивости различенных типов почв Северного Прикаспия к воздействию ряда антропогенных загрязнителей и разработаны меры по

восстановлению их плодородия. Проводились исследования ресурсосберегающих приемов повышения биоразнообразия хозяйственно-ценных древесных видов в деградированной лесной экосистеме Волго-Ахтубинской поймы, а также состояния водных биологических ресурсов водоемов бассейна реки Волга.

Сотрудниками отдела по заданию Минсельхоза Астраханской области были проведены широкомасштабные геоботанические научные экспедиции по мониторингу экологического состояния биоценозов естественных кормовых угодий Астраханской области по административным районам, определена степень деградации и фактической нагрузки выпаса на пастбищные экосистемы. По результатам исследования было отмечено бесконтрольное увеличение поголовья скота, которое обусловило 4-6-кратную перегрузку природных пастбищ, что привело к прогрессирующему опустыниванию территории Астраханской области, а именно: уменьшение запасов пастбищных кормов, оголение почвы, засоренность пастбищного травостоя непоедаемыми, вредными и ядовитыми растениями, увеличение пастбищной и водной эрозии (наличие пастбищных троп, промоин, оврагов и пр.), уменьшение биологического разнообразия фитоценозов, появление открытых песков. По результатам этих работ было принято Постановление правительства Астраханской области о предельно допустимых нормативах содержания скота на пастбищах в отношении поголовья овец на территории Астраханской области № 359-II от 18.09.2017г. [18, 19].

В настоящее время в отделе научные исследования имеют различные направления.

Одно из них, это выявление наиболее перспективных кормовых растений различных жизненных форм для рекультивации деградированных полупустынных пастбищных экосистем. Результатом данных исследований явилось создание коллекционного питомника для сохранения исчезающих из растительного покрова аридных пастбищ экологически важных пустынных кормовых растений, здесь же проводятся опыты по агроэкологическому изучению различных сортов и дикорастущих видов трав, кустарников и деревьев, формированию их генофонда, проводится сравнительная оценка различных видов, экотипов и форм по хозяйственно-ценным и эколого-биологическим особенностям, для выявления экологически пластичных видов и форм с широким диапазоном адаптивного потенциала, для использования в качестве фитомелиорантов в реставрации деградированных экосистем аридных пастбищ. В настоящее время в состав питомника входят: люцерна (35 видов), эспарцет (7 видов), астрагал (20 видов), терескен (4 вида), изень (2 вида), колосняк гигантский, черкез, чогон, кейреук, джузгун, саксаул, аморфа, гледичия, селитрянка Шобера, чингиль [20-24].

По данному направлению отдел активно сотрудничает в области изучения генофонда многолетних кормовых культур, в том числе, пригодных к выращиванию в богарных условиях полупустыни и пустыни, с ТОО «Юго-Западный научно-исследовательский институт животноводства и растениеводства», Республика Казахстан, г. Шымкент; с Узбекским НИИ каракулеводства и экологии пустынь, Узбекистан, г. Самарканд; с Приаральской опытной станцией, ф-л ТОО «Юго-Западный НИИ Животноводства и Растениеводства», Актюбинская обл. г. Шалкар, Институтом ботаники, физиологии и генетики растений Национальной Академии Наук Республики Таджикистан.

Следующее направление – фитомелиорация деградированных пастбищ, в т.ч. разработка технологических приемов создания полупустынных кормовых агрофитоценозов. В результате этих исследований были разработаны технологии создания монокомпонентного агрофитоценоза из житняка и поликомпонентного пастбища с использованием кустарника терескена, полукустарничков: прутняка простертого, камфоросмы Лессинга с посевом в междурядья трав житняка, мятлика и пырея. В процессе исследования рассматривались различные способы посева: рядовой и разбросной. По результатам этих исследований были получены следующие результаты:

– урожайность житняковых агрофитоценозов превысила контрольные показатели (естественные пастбища) в первый год в 2-2,5 раза, на второй год – в 3-3,5 раза при рядовом способе посева; при разбросном способе превышения достигли 3-3,2 раза – в первый год и во второй год – 3,5-5 раз;

– поликомпонентные агрофитоценозы на третий год вегетации превосходили естественные пастбищные корма не только по валовой продукции фитомассы в 10,5 раз, но и по ее питательной ценности (кормовым единицам и переваримому протеину) в 13,5 раз [25-27].

Одно из направлений исследований – разработка технологий создания интенсивных сенокосов в условиях аридного климата. Были разработаны видовые составы агрофитоценозов

интенсивных кормовых угодий в условиях орошения, направленные на стабилизацию, увеличение их продуктивности и долголетия, для обеспечения животноводства полноценными и высокопитательными кормами с использованием нетрадиционных для Астраханской области кормовых культур, таких, как козлятник, клевер, фистулолиум, двукисточник. Для создания полноценных качественных травосмесей были использованы следующие виды растений, которые были апробированы в почвенно-климатических условиях Северного Прикаспия: клевер луговой, люцерна посевная (синегибридная), тимофеевка луговая, райграс многоукосный, овсяница луговая, козлятник восточный, двукисточник тростниковидный, фестулолиум, пырей промежуточный, бекмания обыкновенная.

Учитывая питательную ценность компонентов, были составлены травосмеси с различным участием бобовых и мятликовых трав: т/смесь 1(2 бобовых + 2 мятликовых) – Люцерна посевная синегибридная, Клевер луговой, Тимофеевка луговая, Овсяница луговая; т/смесь 2 (1 бобовых + 2 мятликовых) – Клевер луговой, Райграс многоукосный, Овсяница луговая; т/смесь 3 (1 бобовых + 1 мятликовых) – Клевер луговой, Двукисточник тростниковидный; т/смесь 4 (2 бобовых + 2 мятликовых) – Козлятник восточный, Клевер луговой, Райграс многоукосный, Овсяница луговая; т/смесь 5 (1 бобовых + 3 мятликовых) – Клевер луговой, Тимофеевка луговая, Райграс многоукосный, Бекмания обыкновенная; т/смесь 6 (1 бобовых + 3 мятликовых) – Клевер луговой, Фестулолиум, Пырей промежуточный.

В качестве контроля был взят травостой естественного сенокоса заливного луга Волго-Ахтубинской поймы. Состав травостоя: пырей ползучий, мятлик узколистный, кострец безостый, осока береговая, ситняг болотный, дурнишник калифорнийский.

В итоге, все бобово-мятликовые травосмеси превосходили естественные зеленые корма не только по валовой продукции фитомассы с 1 гектара в 10-15 раз, но и по ее питательной ценности (кормовым единицам) в 11-18 раз. При том, что из всех исследуемых травосмесей выделились наиболее урожайные (№№ 1 и 2), различные составы и питательная ценность остальных травосмесей также могут быть использованы производителями кормов и животноводами для различных нужд, как то: подкормка молодняка после отбивки от маток, разные сроки сукотности или стельности, кормление производителей (баранов, быков и др.) в периоды разных по величине нагрузок [28-30].

Исследования отдела также были направлены на разработки приемов агролесомелиорации полупустынных пастбищных фитоценозов, в т.ч. создание зоомелиоративных насаждений с использованием соле-засухоустойчивых и морозостойких видов растений, способных не только выживать в экстремальных условиях, но и формировать большой урожай биомассы высокого кормового качества. В настоящее время нашими сотрудниками на сухостепных деградированных пастбищах созданы различные защитные лесные насаждения (ЗЛН) из тамарикса многоветвистого, лоха узколистного, терескена серого. На этих участках проводятся исследования мелиоративного влияния ЗЛН на аридные пастбищные экосистемы. В результате была выявлена глубина достоверного влияния кормовых кулис в зависимости от вида лесного насаждения от 3 до 25 м на снегораспределение, ветровой режим, температуру приземного слоя воздуха, продуктивную влажность почвы, накопление гумуса, видовое разнообразие, урожайность и питательную ценность прилегающего пастбища. Так на пастбищах с ЗЛН отмечено увеличение на 10-25 % хорошо поедаемых растений, таких как пырей, костры, лебеда. Результаты подсчета среднегодовой урожайности пастбищ с кулисами показали, что они достоверно являются более продуктивными в сравнении с естественными контрольными пастбищами на 40-90%, а также по наличию в 1 кг корма кормовых единиц – на 20-30% [31, 32].

Характерной особенностью аридных пастбищ является зависимость их производительности от складывающихся погодных условий. Продуктивность различных типов пастбищ может возрастать и снижаться в 2-3 раза по отношению к среднеурожайному году. Запасы пастбищных кормов изменяются не только по годам, но и по сезонам года: к зиме они, как правило, снижаются в 2,5 раза. Изменяется не только величина урожая, но и питательная ценность пастбищных кормов: в 100 кг сухого пастбищного корма весной содержится 81,0 к. ед., летом – 49,5, осенью – 54,0 и зимой – 18,3 к. ед. Аридные пастбища являются основным источником корма фактически круглый год. Они обладают важнейшими качествами – способностью к ежегодному естественному самовозобновлению и воспроизводству кормовой массы, сохранению и поддержанию почвенного плодородия. В настоящее время, согласно Л.Е. Родину, все аридные экосистемы – вторичны, т.е. это продукт антропогенного образования [33].

Ученые настаивают на том, что необходим поворот в земледелии на так называемые нетрадиционные (адаптивные, почвозащитные, природоподобные («nature-based»), природоохранные, минимальные, нулевые, «green», «no-till») технологии обработки почвы. Исследования на Кизлярских пастбищах в 1987-1989 гг. И.Р. Гамидовым и на Черных землях Республики Калмыкия в 2009 г. Чемидовым М.М., показали, что их продуктивность можно повысить с помощью предоставления средне- и сильнодеградированным участкам пастбищ отдыха от выпаса скота [34, 35].

На светло-каштановых почвах аридных пастбищ Астраханской области в отделе рационального природопользования ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» был разработан способ использования восстановительного режима в качестве фитомелиоративного приема биологической рекультивации нарушенных земель сельскохозяйственного назначения, а именно: нарушенное пастбище или часть его на год консервируется, т.е. исключается любое воздействие на растительный покров. В первый год «полного отдыха» пастбища происходит самообсеменение растительного покрова; второй год травостой используют для выпаса поздней осенью (с ноября) и зимой или для сенокошения. Исследования происходили на пастбищах с различной животноводческой нагрузкой, в т.ч.: оптимальной, повышенной и высокой. Контрольный участок – без нагрузки. На всех участках были выделены и изолированы с помощью сетки-рабицы от воздействия человека и животного площадки – «восстановители» в четырех повторностях. Общая площадь каждого «восстановителя» – 36 м^2; учетная площадь – 25 м^2. Каждый «восстановитель» учитывался как отдельная повторность.

По результатам проведенных исследований выявлено следующее:

– процесс самовосстановления естественного травостоя был отмечен с первого года изоляции от выпаса в «восстановителях» на различных по нагрузке животных фитоценозах;

– в ходе самовосстановления при изоляции от выпаса происходило увеличение общего проективного покрытия (ОПП) в сравнении с соответствующим пастбищем в режиме выпаса. Через три года на опытных площадках с высокой животноводческой нагрузкой при изоляции прибавка ОПП оказалась наибольшей и составила 49% (1-ый год – 11%) , при повышенной нагрузке – 35% (1-ый год – 11%) и при оптимальной нагрузке – 15% (1-ый год – 8%);

– при нагрузочном режиме использования (выпас), динамика ОПП на всех участках была отрицательная: при оптимальной нагрузке – ОПП за три года снизилось на 1%, при повышенной нагрузке – на 3 и при высокой – на 8%, что говорило о развитии процесса деградации;

– изоляция от выпаса положительно отразилась на высоте травостоя: при оптимальной нагрузке высота травостоя в «восстановителе» была больше пастбищной в первый год в 1,3 раза, на третий год – в 1,8 раза; при повышенной нагрузке в первый год – в 1,5 раза больше, через три года – в 1,9 раза; при высокой нагрузке, соответственно – в 1,9 и в 2,8 раза больше;

– исключение нагрузки на растительный покров привело к увеличению видового разнообразия: на площадках с высокой животноводческой нагрузкой в травостое «восстановителей» прибавилось 7 видов, при повышенной нагрузке – 6 и при оптимальной нагрузке – 2 вида;

– в изоляции, к третьему году, доля злаков в составе травостоя активно увеличивалась: при оптимальной нагрузке на 2,5%, при повышенной – на 6,5%, при высокой – на 7,2%;

– при изоляции от выпаса происходил процесс увеличения биомассы растительности таким образом, что, чем выше была нагрузка на фитоценоз, тем активнее шло это увеличение в изоляции. К концу третьего года на пастбищах, находящихся в режиме отдыха, урожайность оказалась выше, чем на соответствующих пастбищах, находящихся в режиме выпаса, при оптимальной нагрузке –- в 3 раза, при повышенной – в 4,1 раза и при высокой – в 5 раз;

– наиболее приемлемое время действия восстановительного режима для рекультивации деградированного пастбища – два года, если нагрузка животных превышала оптимальную не более чем на 75% и один год, если нагрузка была оптимальной [36-39].

Заключение. Таким образом, система рационального использования естественных кормовых угодий лежит в основе всех направлений восстановления и повышения их продуктивности. В эту систему входят следующие составляющие: установление оптимальной нагрузки на пастбища, смена их использования (выпас, изоляция от выпаса, сенокос), создание условий для обсеменения растений, мелкое рыхление почвы и подсев трав (поверхностное улучшение). Большое внимание уделяется также и коренному улучшению пастбищ в аридных районах с посевом засухо- и солеустойчивых трав, кустарников и полукустарников.

Сберегающее земледелие является долгосрочным видом ресурсосбережения. При рациональном его введении удается достичь максимальных показателей минимизации затрат, сокращения ущерба экономике и экологии, существенно повышается эффективность производства.

Список литературы

1. Лозицкий А.Я. Многокомпонентность как источник стабильности урожаев полупустынных пастбищ Прикаспия // Земледелие. 2012. № 6. С. 19-20.

2. Грингоф И.Г., Бабушкин О.Л. Климат, погода и пастбищное животноводство. Обнинск: ГУ «ВНИИГМИ-МЦД. 2010. 352 с.

3. Аличаев М.М., Султанова М.Г., Мусалаева П.Д. Дифференциация почвенных процессов по стадиям их развития в регионах засушливого климатического пояса // Аридные экосистемы. 2022. Т. 28. № 4 (93). С. 46-54.

4. Гунин П.Д., Панкова Е.И., Голованов Д.Л., Мандахбаяр Ж. Экосистемы природных оазисов пустынной зоны Центральной Азии. Часть 1. Эхийн-гол – природниковый оазис Заалтайской Гоби. М.: Тов-во научных изданий КМК. 2018. 216 с.

5. Золотокрылин А.Н. Гетерогенность аридизации в центральной Азии в конце 20 века // Аридные экосистемы. 2005. Т. 11. № 26-27. С. 100-105.

6. Золотокрылин А.Н., Гунин П.Д., Виноградова В.В., Бажа С.В. Изменение климата и состояние растительного покрова Монголии в 20 веке. Экосистемы Внутренней Азии: вопросы исследования и охрана. М.: Типография Россельхозакадемии. 2007. С. 89-100.

7. Кульжанова С.Н., Байдюсен А.А., Ботабекова Б.Т., Жумадилова Н.Б. и др. Особенности влияния антропогенных факторов на степные растения и их трансформация // Кормопроизводство. 2017. № 7. С. 7-12.

8. Пугачёва А.М., Беляев А.И., Трубакова К.Ю., Ромадина О.Д. Региональные изменения климата в сухих степях и их связь с засухами // Аридные экосистемы. 2022. Т. 28. № 3 (92). С. 13-21.

9. Кулик К.Н., Булахтина Г.К., Тютюма Н.А. Изучение факторов влияния мелиоративно-кормовых лесных насаждений на аридные пастбищные экосистемы // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2021. № 2. С. 8-39. DOI: 10.21178/2079-6080.2021.2.28

10. Кулик К.Н. Агролесомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов. Волгоград: ВНИАЛМИ. 2004. 248 с.

11. Бобушев Т.С., Султаналиев К.Э. Оценка и адаптация подхода НБДЗ к классификации земельных ресурсов в Кыргызской Республике // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 2 (83). С. 43-47. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10094.

12. Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Кониева Г.Н., Пюрбеев Б.Г. Возделывание риса в лиманном агроландшафте Сарпинской низменности Республики Калмыкия // Плодородие. 2014. № 1 (76). С. 4-5.

13. Дедова Э.Б., Гольдварг Б.А., Цаган-Манджиев Н.Л. Деградация земель Республики Калмыкия: проблемы и пути их восстановления // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 2 (83). С. 63-71.

14. Раков А.Ю., Сирота М.А. Фитомелиорация – основа охраны почв, повышения эффективности и биологизации сельского хозяйства // Вестник АПК Ставрополья. Спецвыпуск. 2015. № 2. С. 147-153.

15. Золотов Д.В., Черных Д.В., Бирюков Р.Ю., Першин Д.К. и др. Изменение землепользования в Алтайском крае: проблемы и перспективы достижения Нейтрального Баланса Деградации Земель // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 2 (83). С. 25-33. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10092.

16. Дубенок Н.Н., Дедова Э.Б., Адьяев С.Б. Фитомелиоративная роль культур-освоителей засоленных земель Калмыкии // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2009. № 6. С. 22-25.

17. Okonov M.M., Dedova E.B. Assessment of the current state of meliorative regime of natural and anthropogenic complexes in Kalmykua // Biosciences, Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12 (3). P. 1011-1033.

18. Зволинский В.П., Туманян А.Ф. Пастбищные ландшафты левобережья Нижней Волги. Монография / Составление и редакция В.П. Зволинский, А.Ф. Туманян. Волгоград: ВГОУ ВПО Волгоградская ГСХА. 2011. 320 с.

19. Зволинский В.П., Туманян А.Ф., Булахтина Г.К., Шагаипов М.М. Пастбищные ландшафты правобережья Нижней Волги. Монография. Волгоград: ВГОУ ВПО Волгоградская ГСХА. 2011. 336 с.

20. Булахтина Г.К., Кудряшова Н.И., Подопригоров Ю.Н. Исследование адаптивного потенциала кормовых кустарников для создания зоомелиоративных насаждений в полупустынных пастбищных экосистемах / Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. 1(61). С. 135-144.

21. Подопригоров Ю.Н. Способы выращивания кормовых кустарников в полупустынной природной зоне // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. Волгоград, 2021. С. 288-292.

22. Булахтина Г.К., Подопригоров Ю.Н., Хюпинин А.А. Результаты исследований различных приемов создания кормовых угодий в аридном регионе Северного Прикаспия // Аграрный вестник Урала. 2021. № 6 (209). С. 2-12.

23. Булахтина Г.К., Хюпинина Е.В. Изучение коллекции люцерны в аридных условиях на светло-каштановых почвах Северного Прикаспия // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» / сост. Н.А. Зайцева. с. Соленое Займище. ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Соленое Займище, 2021. С. 400-405.

24. Баканева А.А. Эспарцет (Onobrýchis) и Астрагал (Astrāgalus) – перспективные кормовые растения для аридной зоны Северного Прикаспия // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» / сост. Н.А. Зайцева. с. Соленое Займище. ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Соленое Займище, 2021. С. 288-290.

25. Тютюма Н.В., Булахтина Г.К., Кудряшова Н.И. Создание кормовых агрофитоценозов как способ восстановления и повышения продуктивности деградированных естественных пастбищ // Аридные экосистемы. 2018. Т. 24. № 2 (75). С. 51-57.

26. Булахтина Г.К., Кудряшов А.В., Кудряшова Н.И. Влияние срока и способа посева житняка на продуктивность восстановленных пастбищ в аридном регионе Прикаспия // Известия (Горский ГАУ). 2018. № 55 (2). С. 13-19.

27. Булахтина Г.К., Кудряшов А.В., Кудряшова Н.И. Сравнительные исследования различных по составу агрофитоценозов в аридной зоне Северного Прикаспия // Вестник Марийского ГУ. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018. № 2. С. 9-17.

28. Кудряшова Н.И., Булахтина Г.К., Кудряшов А.В., Хюпинин А.А. Структура злаково-бобовой травосмеси при разных способах посева и орошения в аридных условиях Нижнего Поволжья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 4(64). С. 19-23.

29. Кудряшова Н.И., Кудряшов А.В. Влияние различных агроприемов возделывания на химический состав бобово-мятликовых травосмесей // Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 1(69). С. 208-216.

30. Тютюма Н.В., Булахтина Г.К., Кудряшова Н.И., Солодников А.П., Курасова Л.Г. Подбор адаптивных видов и сортов кормовых трав для интенсивных сенокосов в аридных условиях Северного Прикаспия // Аграрный научный журнал (Саратовский ГАУ им. Вавилова). 2018. № 7. С. 31-35.

31. Кулик К.Н., Булахтина Г.К., Тютюма Н.А. Изучение факторов влияния мелиоративно-кормовых лесных насаждений на аридные пастбищные экосистемы // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2021. № 2. С. 28-39.

32. Булахтина Г.К., Тютюма Н.А. Использование Лоха узколистного (Elaeagnus angustifolia L.) в защитных насаждениях на аридных пастбищах Северного Прикаспия // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2022. № 1. С. 47-58.

33. Родин Л.Е. Продуктивность пустынных сообществ // Ресурсы биосферы: сб. Л.: Наука. 1975. Вып. 1. С. 286.

34. Гасанов Г.Н., Абасов М.М., Мусаев М.Р. и др. Экологическое состояние и научные основы повышения плодородия засоленных и подверженных опустыниванию почв Западного Прикаспия. М.: Наука, 2006. С. 264.

35. Чемидов М.М. Динамика естественного самовосстановления травяной растительности на Черных Землях республики Калмыкия: Автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 06.01.09. Астрахань, 2009. 23 с.

36. Булахтина Г.К., Шагаипов М.М. Влияние заповедного режима использования на фитопотенциал естественных пастбищ аридных зон Северного Прикаспия // Теоретические и прикладные проблемы АПК. 2011. № 2 (7). С. 50-52.

37. Туманян А.Ф., Койка С.А., Шагаипов М.М., Булахтина Г.К. Особенности сукцессии аридных зон Северного Прикаспия // Аграрная наука. 2011. № 6. С. 25-26.

38. Шагаипов М.М., Булахтина Г.К. Восстановительные сукцессии растительности на полупустынных естественных пастбищах, подвергнутых пирогенному воздействию // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 4 (24). С. 87-91.

39. Шагаипов М.М., Булахтина Г.К. Влияние заповедного режима использования естественных пастбищ на продуктивность опустыненной степи Северного Прикаспия // Теоретические и прикладные проблемы АПК. 2013. № 2 (15). С. 59-61.

УДК 504.455
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1376-1382

СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОХРАНИЛИЩ КАЛМЫКИИ

MODERN GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF RESERVOIRS IN KALMYKIA

Уланова С.С.
Ulanova S.S.

БНУ РК «Институт комплексных исследований аридных территорий», Элиста, Россия
The Institute of Complex Research of Arid Areas, Elista, Russia

E-mail: svetaulanova@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены результаты долговременных (2001-2023 гг.) мониторинговых исследований водохранилищ Калмыкии и их экотонных систем. Исследования включали получение количественных значений нескольких показателей: гидрологических (уровень, объем, площадь водоема), гидрохимических (минерализация, тип химизма, определение показателя химического загрязнения ПХЗ-10 на основе ПДК), экологических – показатели флоры и растительности экотонной системы «вода-суша» на побережье. Выполненная оценка гидрологических показателей водохранилищ на основе разновременной космической информации показала значительное обмеление некоторых изучаемых водоемов и уменьшение площади их водной поверхности. Гидрохимические исследования качества вод проводили на основе расчета интегрального Показателя химического загрязнения, рассчитываемого по десяти веществам, максимально превышающим ПДК для рыбохозяйственных водоемов. В исследуемых водохранилищах было выявлено многократное превышение ПДК химических веществ, таких как сера, магний, марганец, медь, бериллий, молибден, свинец, селен и фосфор. Экологическое состояние водоемов Чограй, Деед-Хулсун и Красинское, оцененное по среднему значению ПХЗ-10 во всех пробах каждого из них за три года, соответствует категории «неудовлетворительное», а водоемов Аршань-Зельмень и Цаган-Нур – как «чрезвычайно опасное». Основными геоэкологическими проблемами водохранилищ Калмыкии являются: обмеление, ухудшение качества поверхностных вод, рост минерализации воды, накопление токсических веществ, снижение биоразнообразия экотонных территорий.

Ключевые слова: водохранилища, площади, обмеление, минерализация, экотонные системы «вода-суша».

Abstract. The article discusses the results of long-term (2001-2023) monitoring studies of reservoirs in Kalmykia and their ecotone systems. The research included obtaining quantitative values of several indicators: hydrological (level, volume, area of the reservoir), hydrochemical (mineralization, type of chemistry, determination of the chemical pollution indicator PCP-10 based on maximum permissible concentration), environmental – indicators of flora and vegetation of the water-land ecotone system on the coast. The assessment of the hydrological indicators of reservoirs based on multi-temporal space information showed a significant shallowing of some of the studied reservoirs and a decrease in the area of their water surface. Hydrochemical studies of water quality were carried out based on the calculation of the integral indicator of chemical pollution, calculated for ten substances that maximally exceed the maximum permissible concentration for fishery reservoirs. In the studied reservoirs, multiple excesses of the maximum permissible concentration of chemicals such as sulfur, magnesium, manganese, copper, beryllium, molybdenum, lead, selenium and phosphorus were revealed. The ecological state of the Chogray, Deed-Khulsun and Krasinskoye reservoirs, assessed by the average PCP-10 value in all samples of each of them for three years, corresponds to the category “unsatisfactory”, and the Arshan-Zelmen and Tsagan-Nur reservoirs – as «extremely dangerous». The main geo-ecological problems of reservoirs in Kalmykia are: shallowing, deterioration of surface water quality, increased water mineralization, accumulation of toxic substances, and decreased biodiversity of ecotone territories.

Key words: reservoirs, areas, shallowing, mineralization, ecotonic systems "water-land".

Введение. Геоэкологическая проблема – это изменение природной среды в результате антропогенных воздействий, ведущее к нарушению структуры и функционирования природных систем и их компонентов и приводящее к негативным социальным, экономическим и иным последствиям [1]. Выявление геоэкологических проблем есть не что иное, как выявление последствий использования тех или иных природных систем. В этой связи целью данной статьи является определение последствий использования водных объектов в аридном регионе Калмыкии на основе собственных многолетних геоэкологических исследований.

Республика Калмыкия с населением 267,756 тыс. человек является самым аридным вододефицитным регионом, расположенным на крайнем юго-востоке Европейской части России.

Собственные водные ресурсы республики составляют менее 3%, остальные 97 % водных ресурсов поступают из сопредельных территорий других регионов. Внешними водоисточниками являются – поверхностные воды рек Терек, Волга и Кума, подаваемые через каналы оросительно-обводнительной системы, и подземные воды Северо-Левокумского месторождения Ставропольского края. Среднемноголетний объем годового стока составляет 1,64 км^3/год, потенциальная водообеспеченность одного жителя суммарными водными ресурсами 5,61 тыс. м^3/год [2]. Из 314 водных объектов республики, 256 – это искусственно созданные водоемы (135 водохранилищ и 121 пруд), остальные – не имеющие антропогенного вмешательства – природные (15 озер и 43 малые реки). Водоемы республики, в большинстве своем, имеют небольшие размеры, мелководны, с замедленным водообменном, имеют повышенную минерализацию. Очень ограниченное количество водных объектов Калмыкии (всего 7 источников) используют для целей питьевого-хозяйственного водоснабжения населения и для орошения (90,3 тыс. га мелиорируемых земель). Практически все водные источники служат для водопоя скота.

Материалы и методы. Объекты исследований – наиболее значимые в водном хозяйстве республики водохранилища, отличающиеся по назначению, режиму и ландшафтной приуроченности: вдхр. Аршань-Зельмень – в условиях сухой степи на восточном склоне возвышенности Ергени; вдхр. Цаган-Нур и Деед-Хулсун – в условиях опустыненной степи на Прикаспийской низменности; вдхр. Чограйское – в условиях сухой степи в Кумо-Манычской впадине, Состинские водоемы – в условиях остепненной пустыни в Кумо-Манычской впадине, Красинское вдхр. – в условиях остепненной пустыни на Прикаспийской низменности *(рисунок 1)*.

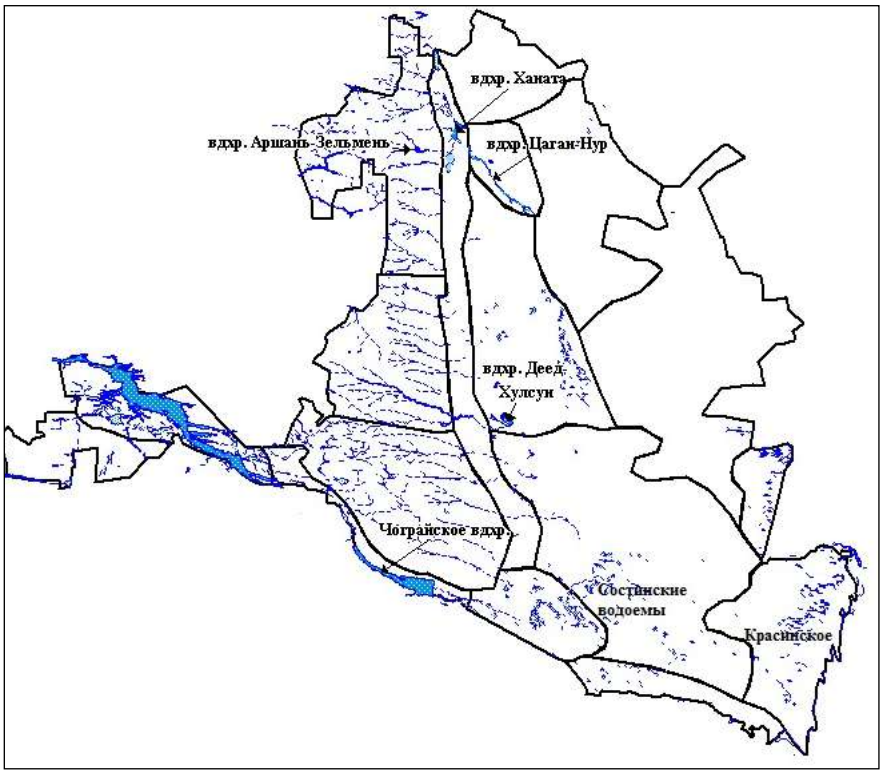


Рисунок 1. Ключевые объекты исследований.

Для определения совокупности показателей, характеризующих последствия антропогенных изменений геосистем за длительный период эксплуатации водоемов, проводились мониторинговые долговременные (2001-2023 гг.) исследования компонентного состава и межкомпонентных связей непосредственно водных объектов и экотонных систем «вода-суша» на их побережьях. Мониторинг включал получение в течение года количественных значений нескольких показателей. К ним относились гидрологические показатели (уровень, объем, площадь водоема), гидрохимические (минерализация, тип химизма, определение показателя химического загрязнения ПХЗ-10 на основе ПДК, определение фосфорной нагрузки), экологические – функционирование экотонной системы «вода-суша» на побережье.

Гидрометрические параметры водоемов определяли по материалам дистанционного зондирования Земли за период 1975-2023 гг., также использовали картографические материалы различного масштаба, фондовые материалы по гидрорежиму водоемов, литературные источники.

Методологическая основа проведения полевых работ – экотонная концепция «вода-суша» В.С. Залетаева [3], согласно которой вокруг водоемов выделяются блоки-пояса растительности, формирующиеся под различным влиянием водного объекта, в зависимости от его удаленности. Экотонные системы «вода-суша» имеют 6 основных блоков: аквальный – акватория, с глубинами более 1,5-2,5 м (лишенная макрофитов); амфибиальный – литораль, с периодическим обсыханием в период сработки вод водоемов, флуктуационный – ежегодно заливаемый участок побережья; динамический – заливаемый не ежегодно, в годы максимального половодья; дистантный – незаливаемая территория, но испытывающая воздействие неглубоко (до 3-5 м) залегающих грунтовых вод, и маргинальный – воздействие водоема передается через микроклимат предыдущих блоков (переходный к зональному).

Исследования включали заложение топоэкологических профилей весной и осенью от уреза воды и до зональной растительности, произрастающей на коренном берегу, на ключевых участках, расположенных в разных частях водохранилища: в приплотинной части, центральной и в зоне выклинивания подпора. В пределах каждого блока экотона отбирались грунтовые воды на минерализацию, отмечалась их глубина залегания, отбирались почвенные пробы, выполнялось стандартное геоботаническое описание и отбор растительных укосов на биологическую продуктивность.

Всего с 2001 по 2023 г. было выполнено более 1200 геоботанических описаний, отобрано более 500 проб поверхностных и грунтовых вод, более 900 растительных укосов на урожайность, более 300 проб почв. Итогом исследований стала База Данных, содержащая сведения о водоемах и компонентах ландшафтов, находящихся в зоне их влияния – подземных водах, почвах, растительности.

В работе использовались традиционные методы полевых ландшафтно-экологических исследований, дешифрирование дистанционных материалов проводили инструментально-визуальным методом, создание ГИС – по общим технологиям для создания картографической базы.

Результаты и обсуждение. Исследуемые водохранилища различаются по ландшафтной приуроченности, типу питания, использованию. Основные характеристики водоемов приведены в *таблице 1*.

Таблица 1

Характеристики изучаемых водохранилищ

Характеристики	Водохранилища			
	Аршань-Зельмень	Деед-Хулсун	Цаган-Нур	Чограйское
Год заполнения	1936	1975	1978-1979	1970
Бассейн реки	р. Аршань-Зельмень	р. Яшкуль	Реликт древнего русла р. Волги	р. Восточный Маныч
Тип водохранилища	Балочный	Балочный	Русловой	Долинный
Длина, км (при НПУ)	5,5	13	45	48,8
Ширина, км (при НПУ)	1,7	3-4	0,7-1,5	8,8
Средняя глубина, м	1,5	2,2	1,15	3,7
Максимальная глубина, м	10,6	5	2	10,8
Площадь водного зеркала при НПУ, км^2	8,11	22	45,41	193
Полезный объем, млн. м^3 (при НПУ)	26,6	18	62	670
Полный объем, млн м^3 (при НПУ)	29,4	22,1	84	720
НПУ	33,0	-7,0	-0,68	22,4

Характеристики	Водохранилища			
	Аршань-Зельмень	Деед-Хулсун	Цаган-Нур	Чограйское
ФПУ	33,7			25,30
УМО	26,0		-2,10	18,0
ГТС: плотина				
Ширина, м	10	7	10	8
Длина, м	340	1200	2000	9850
Питание водохранилища	Атмосферные осадки, грунтовые воды, р. Аршань-Зельмень	По каналам Черноземельской ООС из Чограйского вдхр., р. Яшкуль	Волжской водой, сброшенной по каналу ВР-1 после орошения рисовых чеков	Из рек Терек и Кума по Терско-Кумскому каналу, р. Голубь, Рагули, Чограй
Первоначальное назначение водохранилища	Орошение на площади 1,2 тыс. га, рыболовство, рекреация, водопой скота	Приемник сбросных вод, заказник, рыбоводство, лиманное орошение, рекреация, водопой скота	Водоприемник сбросных вод с орошаемых Сарпинской ООС, орошение на площади до 67,78 тыс. га; промысловое рыболовство; региональный заказник	Питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжениеорошение, обводнение, промысловое рыболовство, рыбоводство, организованная рекреация (2 пионерлагеря), водопой скота
Современное использование	Любительское рыболовство, водопой скота	Приемник сбросных вод, заказник, рыбоводство, лиманное орошение, рекреация, водопой скота	Водоприемник сбросных вод; заказник	Орошение и техническое водоснабжение (в меньшем объеме), водопой скота

Основной геоэкологической проблемой Калмыкии стало обмеление водоемов республики и связанное с ним увеличение их минерализации. Выполненная оценка гидрологических показателей водохранилищ (площадь, уровень, объем) на основе материалов дистанционного зондирования со времени их создания по настоящее время показала значительное обмеление некоторых изучаемых водоемов и уменьшение площади их водной поверхности *(таблица 2)*. С течением времени в связи с ухудшением качества их вод изменилось и их современное использование *(таблица 1)*.

Таблица 2

Изменение площади водной поверхности по материалам разновременной космической информации (ИСЗ «Landsat-7,8» камера ETM+; OLI-TIRS)

Водоем / Годы	Аршань-Зельмень	Деед-Хулсун	Чограй	Цаган-Нур
2001	4,31	11,97	130,4	45,41
2003	5,87	12,86	130,6	59,27
2004	6,26	13,14	130,4	60,8
2012	6,72	12,72	112,1	31,63
2017	2,57	12,11	114,72	12,57
2019	4,79	12,22	68,18	1,7
2020	1,7	11,56	65,64	1,83
2021	1,1	8,1	63,71	2,09
2022	0,12	11,95	59,67	7,19
2023	2,2	12,44	59,22	19,22

Анализ материалов разновременной космической информации показал, что с 2017 года по 2022 г. произошло значительное обмеление исследуемых водохранилищ. Очень сильно обмелело водохранилище *Цаган-Нур*, расположенное на севере республики. Его площадь была максимальной в 2004 г. (60,80 км^2), а к весне 2019 года уменьшилась в 35 (!) раз и составила 1,7 км^2. Причина обмеления – уменьшение подачи воды из Волги вследствие уменьшения площади орошаемых рисовых массивов. Уменьшение объема воды привело к увеличению минерализации, в последнее время качество вод водоема ухудшалось с каждым годом: 12,4 г/л (2014 г.); 22,1 (2015 г.), 70,24 г/л (2018 г.); 107,73 г/л (2019 г.) Зона выклинивания подпора и центральная часть водоема вследствие обсыхания практически перестала существовать, превратившись в солончаковое болото. Обмеление водохранилища повлекло за собой понижение уровня грунтовых вод, в результате чего сплошные тамариксовые заросли, высотой до 3 м, произраставшие ранее на первой пойменной террасе, к 2019 году полностью высохли.

Чограйское водохранилище, расположенное на юге Калмыкии, более 30 лет являлось источником питьевого водоснабжения и орошения г. Элисты и 4-х административных районов республики. Кроме того, из Чограйского водохранилища берет начало самая крупная в республике Черноземельская оросительно-обводнительная система. Однако, в 2013 году водохранилище начали спускать в целях реконструкции плотины и до настоящего времени ремонт так и не закончили. Площадь водохранилища уменьшилась втрое по сравнению с годом ввода в эксплуатацию (1969 г.) Зона выклинивания подпора водохранилища высохла полностью, в центральной части водоема вода отошла от берега более чем на 300 м по сравнению со среднемноголетним урезом. Тростниковые плавни в зоне выклинивания подпора погибли, покинули места обитания лимнофильные виды птиц. В приплотинной части Чограйского водохранилища вода значительно отошла от тела плотины, обнажив острова. Анализ минерализации поверхностных вод показывает ее увеличение: 1,47 г/л (2015), 1,7 г/л (2016 г.), 1,9 г/л (2017), 2,2 г/л (2018 г.) В 2023 году минерализация поверхностных вод центральной части Чограйского водохранилища составила в весенний период 1,99 г/л, в осенний 1,63 г/л. Засоление вод в этой части водоема сильно не изменилось за последние 5 лет. Тип засоления вод – гидрокарбонатно-натриево-хлоридный. Однако, грунтовые воды экотонов центральной части водохранилища во всех скважинах увеличили свою минерализацию в 1,5 раза, по сравнению с 2018 годом. Тип засоления грунтовых вод во всех скважинах – натриево-сульфатно-хлоридный.

Анализ *таблицы 2* показывает, что в 2023 году, впервые за последние годы, были выявлены небольшие положительные изменения. Так, у водоемов Аршань-Зельмень, Цаган-Нур и Деед-Хулсун площади водного зеркала по сравнению с предыдущими годами, хоть незначительно, но увеличились. Результаты полевых исследований 2023 года показали, что минерализация водоема Аршань-Зельмень составила в мае 2023 года – 5,58 г/л, в сентябре – 21,72 г/л. Это все еще высокое значение по сравнению со среднемноголетними показателями водоема по засолению, но уже вдвое ниже, чем в 2022 году. Минерализация водохранилища Цаган-Нур также снизилась: в мае 2023 года засоление в приплотинной части составило 13,42 г/л, а в сентябре – 9,65 г/л. Минерализация водохранилища Деед-Хулсун также снизилась по сравнению с 2022 годом и у плотины в мае 2023 года составила 7,28 г/л, в сентябре – 8,7 г/л. Тип засоления поверхностных вод преимущественно натриево-хлоридно-сульфатный и натриево-сульфатно-хлоридный. Причины этих небольших положительных изменений различны: на вдхр. Аршань-Зельмень, имеющим атмосферное питание, сказались условия более влажного 2023 года; на вдхр. Цаган-Нур – подача значительных объемов воды из р. Волга, на вдхр. Деед-Хулсун – сброс воды из Чограйского водохранилища, в связи с продолжающимся ремонтом плотины последнего. Но, несмотря на некоторое улучшение по данным 2023 года, в целом показатели превышают среднемноголетние значения по минерализации в два-три раза.

В 2013, 2015 и 2023 гг. нами были проведены гидрохимические исследования качества вод на основе расчета интегрального Показателя химического загрязнения (ПХЗ-10). Для этого были проанализированы 38 проб воды, в каждой из которых изучалось содержание 70 химических веществ. ПХЗ-10 рассчитывается по десяти веществам, максимально превышающим ПДКр. Он позволяет оценить качественное состояние водоема, сформировавшееся за длительный период его эксплуатации. Исследования показали, что экологическое состояние водоемов Чограй, Деед-Хулсун и Красинское, оцененное по среднему значению ПХЗ-10 во всех пробах каждого из них за три года, соответствует категории «неудовлетворительное», а водоемов Аршань-Зельмень и Цаган-Нур – как «чрезвычайно опасное». Основными загрязняющими химическими веществами, учтенными при расчете показателя химического загрязнения (ПХЗ-

10) наиболее крупных водоемов Калмыкии, являются шестнадцать, относящихся к 3-4 классам опасности. Во всех пробах постоянно присутствуют (100%) в составе ПХЗ-10 такие элементы, как: сера и марганец. Именно сера делает значение ПХЗ-10 высоким. Содержание марганца также очень высокое, максимальное превышение ПДК составило в 160 раз. К этой группе близки (присутствие 97%) стронций и магний, которые учитывались при подсчете Показателя во всех пробах, кроме одной. Медь присутствовала во всех пробах, кроме 4 (88%). Бор (85%) во всех пробах, кроме пяти. Натрий и ванадий (82%), отсутствовали только при подсчете в 6-ти пробах. Группу химических элементов 1-2 класса опасности составляют бериллий, молибден, свинец, селен и фосфор. Превышение ПДК фосфором имело исключительно высокие значения в 2013 и 2015 гг. и только по этому показателю экологическое состояние водоемов было оценено как «экологическое бедствие» [4]. Однако в 2023 году превышение ПДК фосфором значительно снизилось на всех водоемах.

Важной геоэкологической проблемой водоемов Калмыкии является потеря биоразнообразия. Происходящие процессы обмеления водоемов не могут не оказывать влияние на прилегающие к ним экотонные территории. Уникальное видовое и биологическое разнообразие, возникающее на пространстве контакта воды и суши, становится возможным благодаря увеличению количества экологических ниш. В условиях высокой аридности территории Калмыкии и разреженности пустынно-степных ландшафтов, масштабы «краевого эффекта» в экотонных зонах хорошо заметны, и потому они являются важными ландшафтными резерватами сохранения степной и пустынной биоты [5, 6, 7]. Экотоны искусственных водоемов Калмыкии являются опорными элементами регионального экологического каркаса территории, а сами водные объекты являются ядрами заказников федерального и республиканского значений. Обмеление водохранилищ в первую очередь приводит к гибели тростниковых плавней, которые чаще всего произрастают в зоне выклинивания подпора водохранилищ. С их отсутствием исчезают виды лимнофильной орнитофауны, гнездящиеся здесь либо бывшие на пролете. Кроме того, с течением времени в результатате обмеления и снижения уровня грунтовых вод происходят постепенные процессы изменения растительности в блоках экотонных систем *(таблица 3)*.

Таблица 3

Значения показателей растительности в блоках экотонной системы «вода-суша» левого побережья при разных уровнях Чограйского водохранилища

Блоки		Флуктуационный	Динамический	Дистантный	Маргинальный
Количество видов растений					
Годы	Уровни, м				
2004	22,4	24	26	18	21
2014	22,0	10	23	18	29
2019	19,3	2	11	8	23
Общее проективное покрытие травостоя					
2002	22,4	65-45%	40-30%	45%	65-55%
2014	22,0	5-35%	50-40%	50-40%	30-50%
2019	19,3	<1%	60-30%	55-30%	55-25%
Количество многолетних* видов / количество малолетних видов					
2002	22,4	15 / 9	11 /15	8 /10	
2014	22,0	8 / 2	14 /9	10 /8	14 /15
2019	19,3	-	3 /8	6 /2	9 /14

* – помимо многолетних травянистых видов, включили кустарники, полукустарники, полукустарнички.

Длительное падение уровня Чограйского водохранилища привело к следующим изменениям в растительности экотонных систем. К 2019 году из-за обмеления и засоления во флуктуационном блоке насчитывалось всего два вида растений. Позднее эта территория стала зарастать солелюбивыми видами растений. Количество видов в динамическом и дистантном блоках уменьшилось вдвое. В маргинальном блоке, напротив, произошло увеличение количества

видов, однако оно связано с увеличением количества сорных и рудеральных видов. Общее проективное покрытие растений значительно снижается во флуктуационном блоке *(таблица 3).* В остальных блоках, несмотря на устойчивые цифры по ОПП, происходят процессы смены доминирующих видов. Так, например, в *динамическом* блоке экотона произошло усыхание, а затем и полная гибель видов *Tamarix laxa, T. ramosissima,* связанная с увеличением минерализации и глубины залегания грунтовых вод. Также произошло выпадение полыни Лерха из-за чрезмерного стравливания скотом, выпасаемых на этой территории. Но, несмотря на это, ОПП растительности блока не снизилось, а местами даже увеличилось из-за вселения сорных видов. В *дистантном* блоке в течение ряда лет произошла смена доминирующих видов полыней: *Artemisia santonica* сменилась на *Artemisia austriaca*, а к 2019 году стала преобладать *Artemisia taurica,* практически непоедаемая скотом и потому более устойчивая к стравливанию. В *маргинальном блоке* количество видов и доминанты фитоценозов практически не изменились, однако в составе фитоценоза стало очень много сорных и вредных видов (*Anabasis aphylla, Anisantha tectorum, Cardaria draba* и др.), эфемеров и эфемероидов (*Poa bulbosa*), вызванное увеличением нагрузки скотом данной территории.

Выводы. Таким образом, исследования показали, что основными последствиями использования водохранилищ и геоэкологическими проблемами Калмыкии являются: обмеление, ухудшение качества поверхностных вод, рост минерализации воды. В исследуемых водохранилищах было выявлено многократное превышение ПДК химических веществ, таких как сера, магний, марганец, медь, бериллий, молибден, свинец, селен и фосфор. Обмеление водохранилищ в аридной зоне ведет к снижению биоразнообразия флоры и фауны. Водоемы и их экотонные системы «вода-суша» в засушливых условиях являются очень чувствительными к антропогенным нагрузкам и одними из самых уязвимых элементов степных и пустынных ландшафтов.

Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-10017 «Геоэкологическая оценка водных объектов Республики Калмыкия и прилегающих к ним территорий», https://rscf.ru/project/23-27-10017/.

Список литературы

1. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск: СГУ, 1999. 154 с.

2. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. проф. И.А. Шикломанова. СПб.: Государственный гидрологический институт. 2008. 600 с.

3. Залетаев В.С. Структурная организация экотонов в контексте управления // Экотоны в биосфере. М.: РАСХН, 1997. С. 11-30.

4. Уланова С.С., Новикова Н.М. Экологическое состояние искусственных водоемов Калмыкии, оцененное по показателю химического загрязнения ПХЗ-10 // Вода: химия и экология. 2017. № 4. С. 10-21.

5. Кузьмина Ж.В. Анализ изменений многолетних метеорологических характеристик для оценки динамики экосистем // Отчет ИПВ РАН по теме «Оценка трансформации природных комплексов под влиянием природных и антропогенных изменений вод суши». М.: ИВП РАН, 2005. С. 8-18.

6. Новикова Н.М. Достижения и задачи в изучении экотонных систем // Аридные экосистемы, 2006. Т. 12. № 30-31. С. 17-24.

7. Подольский С.А., Соколов И.В. Выделение экологического каркаса как методологический подход к сохранению животного населения и устойчивого развития регионов с различным уровнем антропогенного освоения на примере Подмосковья и Приамурья // Экосистемы: экология и динамика. 2019. Т. 3. № 1. С. 98-118.

УДК 574.5
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1383-1389

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОХРАНИЛИЩА КИРКИТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЙ 2022-2023 гг.

THE CURRENT POSITION OF THE KIRKITA WATER RESERVOIR ACCORDING TO THE RESULTS OF RESEARCH IN 2022-2023

Уланова С.С.[1], Бембеева О.Г.[2], Джамбинов В.Е.[3]
Ulanova S.S.[1], Bembeeva O.G.[2], Dzhambinov V.E.[3]

Бюджетное научное учреждение Республики Калмыкия «Институт комплексных исследований аридных территорий», Элиста, Россия
Budgetary Scientific Institution of the Republic of Kalmykia "The Institute of Complex Research of Arid Territories", Elista, Russia

E-mail: [1]svetaulanova@yandex.ru, [2]bembeeva_og@mail.ru, [3]vlad-djambinov14@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрено современное состояние водохранилища Киркита по результатам полевых исследований 2022-2023 гг. Водоем является водохранилищем-коллектором и относится к системе Состинских озер, расположенных на юго-востоке Республики Калмыкия в Состинской локальной впадине Кумо-Манычской области. В качестве методологического приема использовали экотонную концепцию В.С. Залетаева [1], базирующийся на представлении о водном объекте и ландшафтах побережий как единой эколого-динамической системы – экотона «вода-суша» и его блоковой структуры. В статье представлены результаты исследований структурно-функциональной организации экотонных систем побережий водоема Киркита. Изучены гидрохимический состав поверхностных и грунтовых вод, относительные отметки высот мезорельефа побережья, глубина залегания грунтовых вод, состав и структура почв, состав и продуктивность господствующих фитоценозов экотонных территорий. Выявлена сезонная динамика видового состава растительности экотонной системы «вода-суша», приведены результаты таксономического, биоморфологического, эколого-ценотического анализов растительных сообществ исследуемого водоема. Полевые исследования показывают, что с падением уровня водохранилища Киркита произошло увеличение минерализации поверхностных вод, а также изменения в составе и структуре экотонной системы, связанные с уменьшением количества поясов растительности в блоках, изменением количества видов и проективного покрытия травостоя.

Ключевые слова: водохранилище Киркита, Состинские озера, экотонная система, минерализация.

Abstract. The article considers the current state of the Kirkita reservoir based on the results of field researches in 2022-2023. The pond is a water-collecting area and belongs to the system of Sostinsky lakes located in the south-east of the Republic of Kalmykia in the Sostinsky local depression of the Kumo-Manych region. As a methodological technique, V.S. Zaletaev's ecotone concept was used, based on the idea of a water body and the landscape of the coasts as a single ecological and dynamic system. This consists of the "water – land" ecotone and its block structure. The article presents the results of research on the structural and functional organization of ecotone systems of coasts of the Kirkita water reservoir. The hydrochemical composition of surface and groundwater, the relative elevation marks of the coast mesorelief, the groundwater depth, the contents and structure of soils, components and productivity of the dominant phytocenoses of ecotone territories have been studied. The seasonal dynamics of the species composition of vegetation of the ecotone system "water-land" is revealed, the results of taxonomic, biomorphological, ecological and cenotic analyses of plant communities of the studied storage pond are identified. Field studies show that with the fall in level of the Kirkita water reservoir, there was an increase in the mineralization of surface waters and changes in the composition and structure of the ecotone system. This led to a decrease in the number of vegetation belts in blocks and a change in the amount of species and the projective cover of grass stand.

Key words: the Kirkita water reservoir, Sostinsky lakes, the ecotone system, the mineralization.

Введение. Выявление последствий создания и использования искусственных водоемов в аридной зоне является важной научной проблемой в настоящее время. Созданные в 30-50-е годы прошлого столетия в степных и пустынных ландшафтах водохранилища стали важным фактором трансформации природной среды. На их побережьях под влиянием изменения режима речного стока завершились процессы гидрогенной трансформации ландшафтов: сформировались природные комплексы, приуроченные к условиям ежегодного заливания, подтопления. Благодаря искусственным водоемам в аридных условиях возникают редко встречающиеся в

естественных условиях гидроморфные биотопы и поддерживается природное биоразнообразие почв, растительности, животного населения [2].

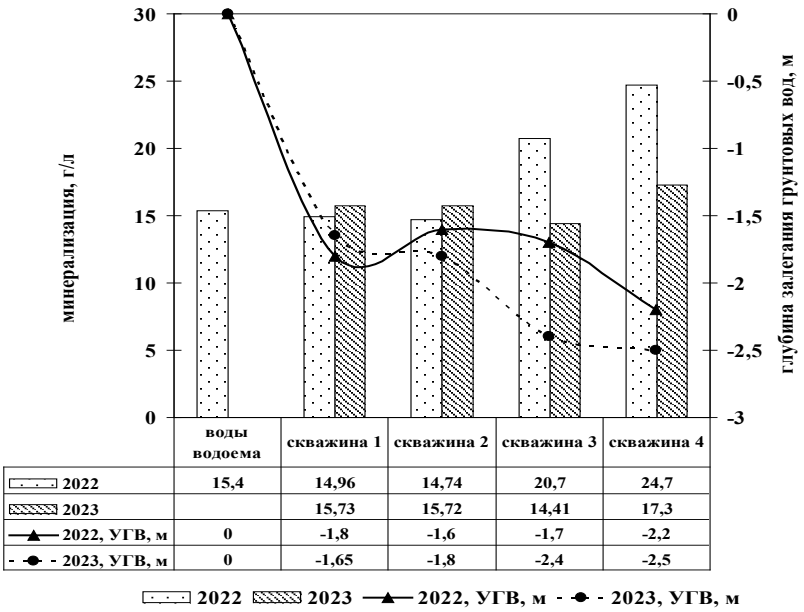
Экологическим последствиям и проблемам создания крупных водохранилищ посвящено много научных исследований [3-5], в то время как малым и небольшим искусственным водоемам, изучению их гидрологических особенностей, а также их совокупному воздействию на природную среду уделяется недостаточное внимание.

Объект исследования – водохранилище Киркита – относится к системе Состинских водоемов, расположенных в Состинской локальной впадине Кумо-Манычской области [6]. Состинские водоемы являются устьевыми окончаниями реки Восточный Маныч. Основное питание Состинских водоемов, в том числе водоема Киркита, – сбросные воды, поступающие по руслу реки Восточный Маныч из Чограйского водохранилища [7]. Водоем Киркита расположен на юго-востоке Республики Калмыкия, в 7 км к юго-востоку от поселка Ачинеры. Ранее детальные обследования гидрологического режима и структурно-функциональной организации экотонных систем побережий водоема Киркита не проводились.

Материалы и методы. Натурные исследования современного состояния водоема Киркита проводились в весенние и осенние периоды в 2022-2023 гг. Основной методологический прием – это изучение водного объекта и прилегающих к нему территорий с позиций экотонной концепции В.С. Залетаева, базирующийся на представлении о водном объекте и ландшафтах побережий как единой эколого-динамической системы – экотона «вода-суша» и его блоковой структуры [1]. Согласно этому подходу, выделяются участки (блоки) водоема и побережья, испытывающие разное воздействие водохранилища: волновую абразию и длительное заливание на обнажающемся дне водохранилища (флуктуационный блок); заливание, абразию и аккумуляцию отложений на кратковременно заливаемом участке территории побережья (динамический блок); подтопление неглубоко залегающими к поверхности грунтовыми водами на более удаленном от уреза воды участке побережья (дистантный блок), косвенное влияние водоема через микроклимат – маргинальный блок. В работе использовали разработанную в Институте методику комплексной геоэкологической оценки искусственных водоемов аридной зоны и прилегающих к ним территорий с использованием ГИС-технологий [8]. На побережьях водохранилищ прокладывали топоэкологические профили перпендикулярно урезу воды, от водоема вглубь побережья до зональной растительности. Топоэкологическое инструментальное профилирование побережий включало заложение пробных площадок с подробным изучением почв, растительности, грунтовых вод и определением высотных отметок рельефа на профиле с помощью нивелира. На протяжении топоэкологического профиля закладывались скважины до уровня почвенно-грунтовых вод. Количество скважин регламентировалось рельефом и растительностью. При вскрытии почвенно-грунтовых вод отмечалась глубина, замерялась скорость подъема воды, фиксировался установившийся уровень. Дополнительно отбирались образцы вскрытых почвенно-грунтовых вод в емкость объемом 1,5 литра. Характеристика почв дана на основе морфологического описания почвенного профиля по результатам бурения. В лабораторных условиях определяли степень минерализации по сухому остатку и химический состав солей. Все описания сопровождались отбором проб для изучения: минерализации воды в водоемах и грунтовых вод; морфологической структуры и солевого состава почв; видового состава и биологической продуктивности растительных сообществ [9]. Анализ химизма и минерализации поверхностных и грунтовых вод был выполнен в лаборатории ФГБНУ «Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия» (г. Волгоград) в соответствии с принятыми ГОСТами и нормативными документами: ГОСТ 31957-2012, ПНДФ 14.1:2.96-97 (изд.2016), ПНДФ 14.1:2.107-97 (изд.2004), ПНДФ 14.1:2:3.95-97 (изд.2016), ГОСТ 23268.5-68 , ПНДФ 14.1:2:4.261-2010, РД 52.24.391-2008, РД 52.24.391-2008.

На ключевом участке было выполнено 22 описания растительности экотонной структуры, взято 20 растительных укосов на биологическую продуктивность, 15 проб поверхностных и грунтовых вод водоема. Описания растительности проводили в соответствии с общепринятыми методами [10]. Латинские названия видов растений приведены по сводке С.К. Черепанова [11], русские названия растений по определителю «Флора Нижнего Поволжья» [12-14]. Жизненные формы растений оценивали по принципу И.Г. Серебрякова [15], экологические группы по отношению к влаге – по Т.К. Горышиной [16]. Площади водной поверхности водоема определялись по материалам космической информации с ИСЗ «Landsat-8» (камера OLI-TIRS) в программе ГИС MapInfoPro 2019.

Результаты и их обсуждение. Площадь водной поверхности Состинских водоемов напрямую связана с водоподачей из Чограйского водохранилища. Весной 2023 г. площадь водоема Киркита составила 3,57 км^2, а осенью стала чуть больше 4,88 км^2. Наши предыдущие исследования показывают, что минерализация поверхностных вод водохранилища Киркита в 2009-2011 гг. составляла 2,2-2,8 г/л [2]. А в 2022 году минерализация поверхностных вод водоема Киркита составила 15,4 г/л в весенний период и 16,93 г/л в осенний. В весенний период 2023 года поверхностные пробы отобрать не удалось из-за сильного обмеления водоема и зарастания его тростником. К осени 2023 г. минерализация водоема составила 12,06 г/л. Тип засоления поверхностных вод – натриево-хлоридно-сульфатный. Минерализация грунтовых вод в 2022-2023 гг. увеличилась в три-пять раз по сравнению с 2009 годом, когда она варьировала от 3-5 г/л *(рисунок 1)*. Тип минерализации ГВ в 2023 году – натриево-хлоридно-сульфатный.



	воды водоема	скважина 1	скважина 2	скважина 3	скважина 4
2022	15,4	14,96	14,74	20,7	24,7
2023		15,73	15,72	14,41	17,3
2022, УГВ, м	0	-1,8	-1,6	-1,7	-2,2
2023, УГВ, м	0	-1,65	-1,8	-2,4	-2,5

Рисунок 1. Изменение минерализации поверхностных и грунтовых вод на побережье водоема Киркита в периоды весенних наблюдений с 2022 по 2023 гг.

Водоем имеет подковообразную форму. На ключевом участке, расположенном в северо-восточной части побережья водоема, в мае 2022 г. был заложен топоэкологический профиль от уреза воды и до зональной растительности, протяженностью более 670 м. В осенний период в результате затопления большей части флуктуационного блока, длина профиля составила около 380 м *(рисунок 2)*. Расстояние между весенним и осенним урезами воды составило около 305-310 м.

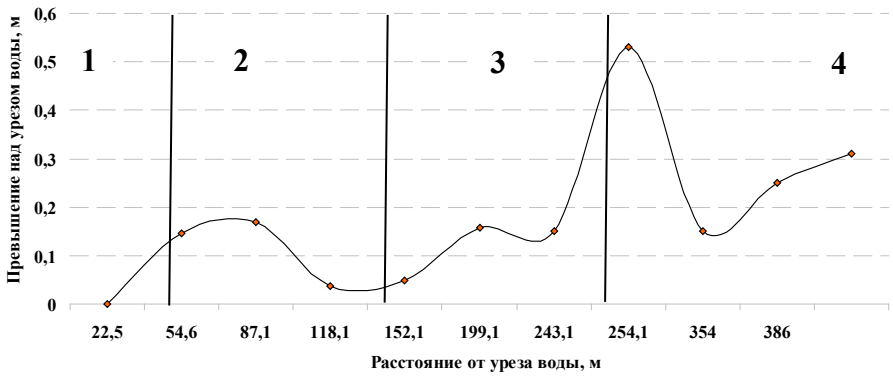


Рисунок 2. Топоэкологический профиль экотонной системы «вода-суша» на побережье водохранилища Киркита (27 сентября 2022 г.). Блоки экотонной системы на побережье: 1 – флуктуационный, 2 – динамический, 3 – дистантный, 4 – маргинальный.

Геоботаническое описание экотонной системы побережий «вода-суша» водохранилища приведено по полевым данным весны и осени 2023 года.

На данном профиле были выделены следующие блоки экотонной структуры: флуктуационный, динамический, дистантный и маргинальный *(таблица 1).*

Таблица 1

Компоненты природных экосистем в блоках экотонной системы водохранилища Киркита по состоянию на май-сентябрь 2023 г.

Компоненты экосистем в блоках	Амфибиальный	Флуктуационный	Динамический		Дистантный	Маргинальный
Почвы		Влажные луговые засоленные солончаковатые	Луговые засоленные солончаковатые		Луговые засоленные солончаковатые	Луговые засоленные солончаковатые
Минерализация ПВ/ГВ, весна/осень, г/л	ПВ - / 12,06	15,73 / 27,95	15,72/16,00	17,3/18,41	-	-
Тип засоления вод	- / SO_4^{2-} - Cl^- - Na^+	SO_4^{2-} - Cl^- - Na^+/ SO_4^{2-} - Na^+ - Cl^-	SO_4^{2-} -Cl^- -Na^+/Cl^- - SO_4^{2-} - Na^+	SO_4^{2-} - Cl^- - Na^+/ SO_4^{2-} - Na^+ - Cl^-	-	-
Сообщества весна/осень	-	*Phragmites australis / Tamarix laxa + Phragmites australis*	*Tamarix laxa + Phragmites australis / Tamarix laxa + Phragmites australis*	*Tamarix laxa + Suaeda acuminata / Tamarix laxa + Suaeda acuminata*	*Tamarix laxa + Salsolosa + Artemisia Taurica / Tamarix laxa + Salsolosa + Artemisia taurica*	*Artemisia lerchiana + Poa bulbosa / ssp. Artemisia*
Вес возд-сухой фитомассы, весна/осень, г/м^2	-	200 / 196	171 / 56	308 / 352	122 / 209	93 / 155
Количество видов, весна/осень	-	4 / 8	4 / 4	18 / 9	19 / 11	12 / 7

Весной ширина *флуктуационного блока* составила 310 м, а осенью, в результате затопления этой части побережья, его ширина сократилась до 45 м. Уровень грунтовых вод в весенний период был на глубине 1,65 м, минерализация составила 15,73 г/л. Тип засоления – натриево-хлоридно-сульфатный. В осенний период шурф №1 затопило водой. Грунтовые воды отобрали в 20 м от уреза воды. УГВ 0,7 м, минерализация их составила 27,95 г/л, тип засоления – хлоридно-натриево-сульфатный. Растительность весной была представлена монодоминантным тростниковым сообществом (*Phragmites australis*) с общим проективным покрытием 40%. Единично отмечены следующие виды: проростки гребенщика рыхлого (*Tamarix laxa),* лебеды татарской (*Atriplex tatarica*), крестовника весеннего (*Senecio vernalis*). Осенью растительное сообщество сменилось на тростниково-тамариксовое сообщество (*Tamarix laxa+Phragmites australis)* с ОПП 20%. Высота гребенщика рыхлого в осенний период – 80 см, ПП 0,6-0,7. Флористическое богатство блока – 8 видов высших растений. Как и в весенний период, доминировал тростник южный (*Phragmites australis*) – 12% (sp^2), летне-осенние солянки произрастали в небольшом обилии: сведа заостренная (*Suaeda acuminata)* – 3% (sp), марь свекольная (*Chenopodium betaceum*) – 1-2% (sol), остальные виды отмечены единично (un): селитрянка Шобера *Nitraria schoberi,* франкения жестковолосая *Frankenia hirsuta,* лебеда татарская *Atriplex tatarica,* крестовник весенний *Senecio vernalis.* Биологическая продуктивность в весенний период составила 200 г/м^2, в осенний период 196 г/м^2.

Динамический блок, шириной более 100 м, состоял из двух поясов растительности. В первом поясе динамического блока ГВ залегали на глубине 1,8 м весной, и 2,05 м – осенью. Минерализация в весенний период составила 15,72 г/л, в осенний – 16,0 г/л. Весной здесь произрастали тростниково-тамариксовые сообщества (*Tamarix laxa+Phragmites australis)* с ОПП 45%, осенью – 20%.

Видовое богатство растительного пояса весной – 11 видов; кроме доминирующих видов, единично (un) произрастали следующие виды: бескильница расставленная (*Puccinellia distans*), спорыш новоасканийский (*Polygonum novoascanicum*), лебеда татарская (*Atriplex tatarica*), марь белая (*Chenopodium album*), сведа заостренная (*Suaeda acuminata*), резушка стрелолистная (*Arabidopsis toxophylla*), клоповник сорный (*Lepidium ruderale*), трехреберник продырявленный (*Tripleurospermum perforatum*), крестовник весенний (*Senecio vernalis*). В осенний период в сообществе 4 вида: *Tamarix laxa* высотой 90 см и обилием 0,3, *Phragmites australis* с обилием 10-12% (sp^{1-2}), *Suaeda acuminata* – 7% (sp^1), *Petrosimonia oppositifolia* – 1% (sol). Биологическая продуктивность в весенний период составила 171 г/м^2, в осенний период – 56 г/м^2.

Во втором поясе грунтовые воды весной и осенью залегали на глубине 2,5 м. Минерализация ГВ весной составила 17,3 г/л, осенью – 18,41. В весенний и осенний период в данном блоке произрастали сведово-тамариксовые сообщества (*Tamarix laxa+Suaeda acuminata)*, общее проективное покрытие велико: весной 70%, осенью – 90%. Видовое богатство растительного пояса весной – 18 видов, осенью – 9 видов растений. В весенний период обилие тамариксов (*Tamarix laxa, T. octandra*) – 0,8-0,9 и 0,1 соответственно, проективное покрытие сведы заостренной (*Suaeda acuminata)* занимало половину от общего проективного покрытия травостоя – 35% (cop^2). ПП клоповника сорного (*Lepidium ruderale*) занимало около четверти всего ОПП – 15% (sp^{2-3}). Также в сообществе произрастали виды: бескильница расставленная *Puccinellia distans* (5%, sp), лебеда татарская *Atriplex tatarica* (3%, sp), мортук пшеничный *Eremopyrum triticeum* (3%, sp), солерос европейский *Salicornia perennans* (2-3%, sp), прибрежница береговая *Aeluropus littoralis* (2-3%, sp), франкения жестковолосая *Frankenia hirsuta* (2%, sp). Единично были отмечены следующие виды: полынь крымская (*Artemisia taurica*), парнолистник бобовый (*Zygophyllum fabago*), петросимония раскидистая (*Petrosimonia brachiata*), резушка стрелолистная (*Arabidopsis toxophylla*) и другие виды растений из вышеперечисленных растительных поясов. В осенний период видов в два раза меньше, что связано с активной вегетацией солянок: ПП *Suaeda acuminata* – 60-65% (cop^3), *Salicornia perennans* (10-15%, sp^{1-2}), *Chenopodium betaceum* (5%, sp), *Petrosimonia oppositifolia* (3-5%, sp) и другие. ПП *Aeluropus littoralis* составило 15% (sp^{2-3}), единично отмечены (sol, sp) *Polygonum aviculare, Artemisia taurica.* Биологическая продуктивность в весенний период составила 308 г/м^2, в осенний период 352 г/м^2.

В *дистантном блоке* глубина залегания грунтовых вод составляла более 3,5 м. В данном блоке произрастали таврическополынно-солянково-тамариксовые (*Tamarix laxa + Salsolosa + Artemisia taurica*) растительные сообщества, общее проективное покрытие травостоя в весенний период – 80%, в осенний – 100%. Общее видовое богатство блока весной – 19 видов растений, осенью – 11 видов. Доминантами являлись одни и те же виды, но их проективное покрытие в разные сезоны обследования отличалось. В весенний период ПП *Tamarix laxa* – 0,9-1,0, *Tamarix octandra* – 0,1. Солянки составляли четверть от общего проективного покрытия травостоя: *Suaeda acuminata* – 15% (sp^{2-3}), *Petrosimonia oppositifolia* – 2-3% (sp), *Suaeda salsa* – 1-2% (sol). Проективное покрытие *Artemisia taurica* 15% (sp^{2-3}). Были отмечены и виды растений с высоким проективным покрытием: *Eremopyrum triticeum* (15%, sp^{2-3}), *Lepidium ruderale* (10%, sp^1), *Puccinellia distans* (5%, sp), *Tripleurospermum perforatum* (5%, sp), *Eremopyrum orientale* (2-3%, sol, sp). В осенний период обследования обилие кустарников рода *Tamarix* не изменилось, выросло обилие позднелетних солянок (*Suaeda acuminata* – 30-35% (cop^2); *Petrosimonia oppositifolia* – 25-30% (cop^1); *Petrosimonia brachiata* – 10% (sp^1)) и полукустарничка *Artemisia taurica* (15-20%, sp^{2-3}). Доля в травостое других видов незначительна. Биологическая продуктивность в весенний период составила 122 г/м^2, в осенний период 209 г/м^2.

Маргинальный блок был представлен одним поясом растительности. Грунтовые воды в данном блоке залегали на глубине более 3 м. В весенний период произрастали луковичномятликово-таврическополынные (*Artemisia taurica +Poa bulbosa*) растительные сообщества с общим проективным покрытием травостоя 50%, осенью они сменились на полынные (ssp. *Artemisia*) с ОПП травостоя 60%. В весенний период было отмечено 12 видов высших растений, в осенний – 7. Весной проективное покрытие доминантов следующее: *Artemisia lerchiana* 25% (sp^3-cop^1), *Poa bulbosa* – 20% (sp^3). Участие других видов растений

незначительно – от 2-3 (sol-sp) до 1 (sol): *Scorzonera cana, Medicago orthoceras, Eremopyrum triticeum, Er. orientale, Tripleurospermum perforatum* и другие. Осенью доминировал полукустарничек *Artemisia taurica,* проективное покрытие которого 50%, что в процентном отношении составляло более 80% от общего проективного покрытия травостоя. Эфемероид *Poa bulbosa* занимал 5% (sp) от общего обилия. Доля в травостое других видов незначительна: *Eremopyrum triticeum* (2%, sol)*, Petrosimonia oppositifolia* (1-2%, sol), *Eragrostis minor* (1-2%, sol), *Suaeda acuminata* (1-2%, sol), *Atriplex tatarica* (<1, un). Биологическая продуктивность в весенний период составила 93 г/м^2, в осенний период 155 г/м^2.

Флористический анализ экотонной территории водохранилища Киркита Черноземельского района Республики Калмыкия за 2022-2023 гг. показал, что общее видовое богатство составило 46 видов высших цветковых растений, относящихся к 35 родам и 13 семействам. Наиболее многочисленными являются семейства Chenopodiaceae (23,9%), Brassicaceae (17,4%), Poaceae (17,4%), Asteraceae (15,2%). Семейства Tamaricaceae (6,5%), Polygonaceae (4,3%) отмечены меньшим количеством (2-3 вида) растений. Остальные семейства моновидовые – (по 2,2%): Caryophyllaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Frankeniaceae, Malvaceae, Nitrariaceae, Zygophyllaceae.

Экотонная флора водохранилища Киркита представлена следующими жизненными формами: кустарники, полукустарнички, многолетние и малолетние травы. Анализ жизненных форм показал, что в количественном отношении ведущую роль занимают малолетние травы – 28 (60,9%): *Alyssum desertorum*, виды рода *Chenopodium, Chorispora tenella, Descurainia sophia, Eragrostis minor, Eremopyrum orientale, Er. triticeum, Holosteum umbellatum, Medicago orthoceras,* виды рода *Polygonum, Petrosimonia, Suaeda* и другие. Многолетние травянистые растения отмечены меньшим количеством – 9 видов (19,6%), представлены следующими видами: *Bolboschoenus maritimus, Phragmites australis*, эфемероид *Poa bulbosa, Puccinellia distans, Taraxacum officinale, Zygophyllum fabago* и другие. Из полудревесных видов отмечены полукустарнички, на них приходится 5 видов (10,9%): *Artemisia lerchiana, A.santonica, A.taurica, Frankenia hirsuta, Halimione verrucifera*. Древесные виды представлены 4 видами кустарников: *Nitraria schoberi, Tamarix laxa, T. octandra, T. ramosissima*, на долю которых приходится 8,7%.

Анализ видов растений по отношению к увлажнению позволил выделить ряд основных и промежуточных экологических типов: ксерофиты, мезофиты, гигрофиты, ксеромезофиты и мезоксерофиты. Большинство видов растений исследуемой флоры исследуемого СМО относится к ксерофитам – 37,0% (17 видов): *Alyssum desertorum, виды рода Artemisia, Eremopyrum orientale, Eremopyrum triticeum, Lepidium perfoliatum, Lepidium ruderale, Medicago orthoceras, Petrosimonia brachiata* и другие. Ксеромезофиты представлены 12 видами (26,1%): *Chorispora tenella, Descurainia sophia, Eragrostis minor, Halimione verrucifera, Polygonum aviculare, Senecio vernalis, Tamarix ramosissima* и другие. Мезофиты отмечены 10 видами (21,7%): *Barbarea vulgaris, Blitum chenopodioidoides, Chenopodium betaceum, Malva pusilla, Puccinellia distans, Puccinellia dolicholepis, Tripleurospermum perforatum* и другие. Мезоксерофиты занимают 8,7% (4 вида): *Atriplex tatarica, Chenopodium album, Holosteum umbellatum, Sisymbrium loeselii*. Гигрофиты отмечены 3 видами (6,5%): *Bolboschoenus maritimus, Phragmites australis, Suaeda salsa.*

Во флоре водохранилища Киркита отмечен 1 вид, занесенный в Красную книгу Республики Калмыкия – селитрянка Шобера (*Nitraria schoberi*) из семейства Селитрянковые [17]. Категория статуса редкости – 3 – редкие – таксоны с естественной низкой численностью, встречающиеся на ограниченной территории (или акватории) или спорадически распространенные на значительных территориях, для выживания которых необходимо принятие специальных мер охраны.

Заключение. Таким образом, Состинские водоемы, расположенные на юге республике, в Кумо-Манычской впадине, являясь устьевыми окончаниями реки Восточный Маныч, очень сильно зависят от водоподачи с Чограйского водохранилища. Их площадь, уровень и минерализация сильно варьирует в зависимости от водоподачи, засоление водоемов увеличивается в зависимости удаленности от водоисточника. По сравнению с обследованиями предыдущих лет (2009-2011 гг.) засоление в водоеме Киркита увеличилось в 4-5 раз и составило в осенний период 2023 года 12,06 г/л. Тип засоления – натриево-хлоридно-сульфатный.

Полевые исследования показывают, что с падением уровня водохранилища Киркита произошли изменения в экотонной системе на побережье: уменьшилось количество поясов растительности в блоках, изменилось количество видов в них и общее проективное покрытие травостоя. Осенью 2023 г. были зафиксированы смены доминирующих сообществ в блоках: во

флуктуационном блоке тростниковое сообщество (*Phragmites australis)* сменилось на тростниково-тамариксовое сообщество (*Tamarix laxa+Phragmites australis)*, в маргинальном блоке сведово-тамариксовое (*Tamarix laxa+Suaeda acuminata*) – на таврическополынно-солянково-тамариксовое (*Tamarix laxa+Salsolosa+Artemisia taurica*).

В пределах экотонной территории водохранилища Киркита Черноземельского района РК отмечено 46 видов высших цветковых растений, относящихся к 35 родам и 13 семействам. Многочисленными семействами являются Chenopodiaceae, Brassicaceae, Poaceae, Asteraceae. В количественном отношении доминируют малолетние травы, занимающие более половины всех видов флоры исследуемого водохранилища, в качественном отношении – полукустарнички и кустарники. Большинство видов растений относится к ксерофитам и ксеромезофитам.

Финансирование. Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-10017 «Геоэкологическая оценка водных объектов Республики Калмыкия и прилегающих к ним территорий», https://rscf.ru/project/23-27-10017/.

Список литературы

1. Залетаев В.С. Структурная организация экотонов в контексте управления // Экотоны в биосфере. М.: РАСХН, 1997. С. 11-30.

2. Данилов-Данильян В.И., Новикова Н.М., Назаренко О.Г. Экологические последствия создания и функционирования водохранилищ в степной зоне // Экосистемы: экология и динамика. 2023. № 4. С. 5-28. [https://ecosystemsdynamic.ru/].

3. Авакян А.Б., Лебедева И.П. Водохранилища XX века как глобальное географическое явление // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2002. № 3. С. 13-20.

4. Данилов-Данильян В.И., Хранович И.Л. Управление водными ресурсами. Согласование стратегий водопользования. М.: Научный мир, 2010. 232 с.

5. Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Зайцева И.С. Вода и человек. М.: Издательство «Перо», 2022. 324 с.

6. Васильев Ю.М., Жерлакова П.И., Проничева М.В. Основные черты геологического и геоморфологического строения Прикаспийской впадины // Структурно-геоморфологический анализ тектоники и перспективы нефтегазоносности Прикаспийской впадины: тр. / ВНИГНИ. Вып. 113. М., 1977. С. 35-95.

7. Уланова С.С. Экологическая паспортизация искусственных водоемов Кумо-Манычской впадины в пределах Республики Калмыкия: монография. Элиста: Джангар, 2014. 180 с.

8. Уланова С.С. Методика комплексной геоэкологической оценки искусственных водоемов и прилегающих территорий: методическое пособие / Ин-т комплекс. исслед. аридных территорий. Элиста: ИКИАТ, 2009. 53 с.

9. Уланова С.С. Водоемы Кумо-Манычской впадины на территории Калмыкии: режим, экотонные системы побережий и использование // Аридные экосистемы. 2011. Т. 17, № 2 (47). С. 33-46.

10. Нешатаев Ю.Н. Методы анализа геоботанических материалов. Л., 1987. 192 с.

11. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Л.: Наука, 1995. 990 с.

12. Флора Нижнего Поволжья. Т. 1. Споровые, голосеменные, однодольные / [Алексеев Ю.Е. и др.; под общ. ред. А.К. Скворцова]. Москва: Товарищество науч. изд. КМК, 2006. (Серия: Определители по флоре и фауне России / Главный ботанический сад РАН). 435 с.

13. Флора Нижнего Поволжья. Т. 2, часть 1. Раздельнолепестные двудольные цветковые растения (Salicaceae – Droseraceae) / Отв. ред. Н.М. Решетникова; Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН. Москва: Т-во научных изданий КМК, 2018. 497 с.

14. Флора Нижнего Поволжья. Т. 2, часть 2. Раздельнолепестные двудольные цветковые растения (Crassulaceae – Cornaceae) / Отв. ред. Н.М. Решетникова; Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН. Москва: Т-во научных изданий КМК, 2018. 519 с.

15. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М.: Высшая школа, 1962. 377 с.

16. Горышина Т.К. Экология растений. М., 1979. 368 с.

17. Красная книга Республики Калмыкия. В 2-х томах. Т. 2. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения растения и грибы. Элиста: ЗАОр «НПП «Джангар», 2014. 199 с.

УДК 528.88
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1390-1394

ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

IDENTIFICATION OF DEGRADED TERRITORIES IN THE EASTERN PART OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA USING GIS TECHNOLOGIES

Федорова Н.Л.[1], Джамбинов В.Е.[2], Арилов Д.М.[3]
Fedorova N.L.[1], Dzhambinov V. E.[2], Arilov D.M.[3]

БНУ РК «Институт комплексных исследований аридных территорий», Элиста, Россия
The Institute of Complex Research of Arid Areas, Elista, Russia

E-mail: [1]bekeevan@yandex.ru, [2]d.love.i@mail.ru, [3]vlad-djambinov14@yandex.ru

Аннотация. В данном исследовании проводился анализ развития процессов деградации земель в Республике Калмыкия, а именно определение открытых очагов песков и прилегающих к ним территорий. В результате проведенных исследований выявлено расположение на местности открытых очагов песков, степень их зарастания растительными сообществами, состав и структура растительных сообществ, произрастающих на заросших песчаных массивах. В статье приведены данные по площадям открытых песчаных массивов и дефлированных земель вокруг кошар с их географической привязкой на территории Юстинского и Яшкульского районов. По современным данным сканерных снимков ИСЗ «Landsat-8» OLI/TIRS за 2023 г. открытые дефляционные очаги песков в Юстинском районе сосредоточены в его центральной и юго-восточной части, в Яшкульском районе – на юго-восточной и северо-восточной части территории. В Юстинском районе площадь открытых дефляционных очагов в 2023 году составила 112,35 км^2 (11 235 га). В Яшкульском районе площадь открытых дефляционных очагов в 2023 году – 108,31 км^2 (10 831 га). Выявлено, что в настоящее время мелкие развеваемые пески (до 100 га) занимают в Юстинском районе 97% (7 300 га) от общей площади песков 11 235 га, а средние (от 100 до 400 га) – 3% (3890 га). В Яшкульском районе наблюдается такая же ситуация: доля открытых песков до 100 га составила 97% (6 734 га). Большей частью эти пески новообразованные.

Ключевые слова: открытые песчаные массивы, деградированные территории, ГИС-технологии, Республика Калмыкия.

Abstract. This study analyzed the development of land degradation processes in the Republic of Kalmykia, namely the identification of open sand centers and adjacent territories. As a result of the research the location of open sand areas, the degree of their overgrowth with plant communities, the composition and structure of plant communities growing on the overgrown sand massifs were revealed. The article presents data on the areas of open sand massifs and deflated lands around koshars with their geographical reference in the territory of Yustinsky and Yashkul districts. According to the modern data of scanner images of the "Landsat-8" OLI/TIRS satellite for 2023, the open deflationary centers of sand in Yustinsky district are concentrated in its central and southeastern part, in Yashkul district – in the southeastern and northeastern part of the territory. In Yustinsky district the area of open deflationary centers in 2023 amounted to 112.35 km^2 (11 235 ha). In Yashkulsky district the area of open deflation centers in 2023 amounted to 108.31 km2 (10,831 ha). It has been revealed that at present, shallow deflationary sands (up to 100 ha) occupy 97% (7,300 ha) of the total area of sands of 11,235 ha in Yustinsky district, and medium sands (from 100 to 400 ha) – 3% (3,890 ha). The same situation is observed in Yashkul district: the share of open sands up to 100 ha amounted to 97% (6,734 ha). Most of these sands are newly formed.

Key words: open sand massifs, degraded territories, GIS technologies, Republic of Kalmykia.

Введение. Экстремальные климатические условия Калмыкии (малое количество осадков и их неравномерность, высокая годовая амплитуда абсолютных температур воздуха) в сочетании с усилением антропогенного пресса (распашка малопригодных земель, крупномасштабные работы по мелиорации, перегруз пастбищ овцами тонкорунных пород, техногенные воздействия, антропогенные пожары) привели к широкому развитию процессов деградации природных экосистем Калмыкии.

Деградация земель – потеря продуктивности земель в аридных, полуаридных и засушливых областях земного шара, вызванная природно-антропогенными факторами. Типы деградации различны: эродированность в результате водной или ветровой эрозии, переувлажнение, засоление, заболачивание. Крайним проявлением деградации земель является образование открытых очагов песков.

Отсутствие систематизации и отображения на карте геоданных по деградированым территориям и результатов их анализа негативно влияет на эффективность сельскохозяйственного производства. Одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности управления сельскохозяйственным производством является использование информационных систем на базе геоинформационных технологий. Использование ГИС-технологий при геоэкологических исследованиях позволяет проводить оценку состояния ландшафтов и определять характер происходящих изменений. Особенно важны ГИС-технологии в управлении сельскохозяйственным производством в регионах с рискованным земледелием.

Цель работы – оценка современного состояния деградированных территорий пустынной зоны на основе геоинформационных технологий и пространственных баз данных.

Задачи исследования:

1. Определение площадей открытых очагов развеваемых песков по материалам актуальной космической съемки в Яшкульском и Юстинском районах.

2. Геоботаническая характеристика ключевых полигонов Молодежненского СМО Яшкульского района, Бергинского СМО Юстинского района.

3. Создание карто-схем ключевых объектов исследования.

Программа и методика исследования. Исследования проводились в соответствии с поставленными задачами и состояли из нескольких последовательных этапов с использованием методов ГИС-технологий, дистанционного зондирования Земли и широким применением методов ландшафтно-экологического профилирования [1-5]. Проведен сбор и анализ картографических и космических материалов с их пространственно-временной привязкой и выходными характеристиками. С целью создания топоосновы объектов исследований были ответворизованы в программе ГИС MapInfo Professional топографические карты М.1:100000 по 2 административным районам республики: Яшкульского (L-38-043 - L-38-046, L-38-054 - L-38-058, L-38-066 - L-38-070, L-38-079 - L-38-081), Юстинского (L-38-020 - L-38-022, L-38-032 - L-38-034, L-38-044 - L-38-047, L-38-057 - L-38-059). С топографических карт выполнена векторизация изогипс рельефа, отметок высот, кошар, дорог, населенных пунктов. В качестве ключевых полигонов в 2022-2023 году были выбраны Молодежненское СМО Яшкульского района и Бергинское СМО Юстинского района. В результате геопозиционирования и векторизации геоботанической карты ключевого объекта были созданы ГИС-макеты Бергинского и Молодежненского СМО в программе MapInfo Professional 2019. Векторные слои ГИС-каждого макета включают: слой почвенного покрова с указанием растительных сообществ и урожайности, населённые пункты, асфальтированные дороги, а также слои с указанием артезианских колодцев и кошар.

В качестве базовой космической информации использованы снимки с искусственного спутника Земли (ИСЗ) «Landsat-8» камера OLI-TIRS за 2022-2023 гг. Обработка серии цветных синтезированных космоизображений (синтез каналов) производилась в программе «MultiSpecW64» с использованием спектральных диапазонов, наиболее оптимальных для выявления пустынной растительности (0,5-0,6; 0,6-0,7 и 0,8-1,1 мкм). Дешифрирование снимков проводилось с использованием компьютерных методов и программ, обеспечивающих как визуальное, так и автоматизированное распознавание объектов на снимке.

Экспедиционные выезды на объекты исследования с целью дешифрирования открытых очагов дефляции и деградированных природных ландшафтных контуров по материалам дистанционного зондирования состоялись в сентябре 2022 года, в мае и сентябре 2023 г. по двум районам республики: Яшкульского и Юстинского. Исследования проводились экспедиционными и детально-маршрутным методами. Также в пределах каждого района изучались ключевые участки-профили Бергинского СМО Юстинского района и Молодежненского СМО Яшкульского района. Изучение ключевых участков включали: 1) дешифрирование космических снимков на местности; 2) геоботаническое описание, отбор укосов на биологическую продуктивность. Описание растительного покрова проводилось в соответствии со стандартными геоботаническими методиками: общее проективное покрытие (ОПП), проективное покрытие (ПП) видов, высота травостоя, обилие по шкале Друде, жизненность, фенофаза, а также отбор растительных укосов на определение воздушно-сухого веса. При оценке фитоценотического разнообразия сообществ использовали принцип выделения видов фитоценозов на основании выделения сообществ, видового состава, доминирования видов [6-8]. Для определения видовой принадлежности растений использовали ряд определителей

высших сосудистых растений [9-12]. Анализ жизненных форм растений основан на подходах И.Г. Серебрякова (1962).

Во время полевого этапа было выполнено 22 геоботанических описания, отобрано на биологическую продуктивность 37 укосов. При полевых исследованиях координаты определяли с помощью прибора спутникового позиционирования (GPS – «Garmin»).

Результаты и их обсуждение. Юстинский район расположен на северо-востоке Республики Калмыкия. Площадь территории района – 7 996 км², из них 754,2 тыс. гектаров составляют сельскохозяйственные угодья [14]. Территория Яшкульского района расположена в восточной части Республики Калмыкия, площадью 11 769 км² [15].

Основной особенностью климата района исследования является сухое и жаркое лето, малоснежная холодная зима, с редкими сильными морозами, достигающими до -34-36°С. Среднегодовая температура воздуха +10,5°С - +12,7°С [16]. По данным метеостанций Юста, Яшкуль, Утта среднее количество выпадающих осадков в год – 180-220 мм. Периодически повторяются сильные засухи, частые суховеи.

Характер почвенного покрова определяется климатическими условиями, рельефом местности и почвообразующими породами. Зональными почвами Юстинского района исследования являются бурые полупустынные почвы. Значительные площади заняты неразвитыми песчаными почвами, площади которых увеличиваются в направлении к юго-востоку. В северной и северо-западной частях района получили распространение солонцы полупустынные с зональными светло-каштановыми почвами разной степени солонцеватости. В северо-восточной части, в месте выхода территории района к Волге, сформировались аллювиально-луговые и дерново-насыщенные частично засоленные почвы. Зональными почвами Яшкульского района также являются бурые полупустынные почвы [17]. Зональные бурые полупустынные солонцеватые почвы чаще образуют однородные массивы, иногда формируют комплексы с автоморфными мелкими и средними солонцами, лугово-бурыми полупустынными почвами. Почвообразующие породы – древнекаспийские суглинки, супеси, пески. Легкосуглинистые бурые полупустынные почвы образуют комплексы с солонцами и лугово-бурыми полупустынными почвами на участках, где значителен процент солонцов. В соответствии с ботанико-географическим районированием [18, 19] территория исследования Юстинского района расположена в Евразиатской степной и Сахаро-Гобийской пустынной областях подзоны северных пустынь. Территория Яшкульского района расположена в Сахаро-Гобийской пустынной области в подзоне северных пустынь.

По результатам полевых исследований (2022-2023 гг.) было выполнено уточнение природных контуров материалов дистанционного зондирования 2023 г. На основе выполненного анализа составлены карты расположения песчаных массивов Юстинского и Яшкульского районов Республики Калмыкия.

Карта-схема Юстинского района содержит 18 векторных слоев: мелко-, среднебугристые пески (3 слоя), крупнобугристые пески (3 слоя), грядовобугристые пески (2 слоя), равнинные участки между песчаными буграми, дефлированные земли вокруг кошар, точки высот, населенные пункты, каналы, антропогенные водоемы, асфальтированные дороги, улучшенные грунтовые дороги, граница районов.

Карта-схема Яшкульского района содержит 15 векторных слоев: мелко-, среднебугристые пески (3 слоя), участки на слабоволнистой супесчаной и пологоволнистой песчаной равнине (3 слоя), дефлированные земли вокруг кошар, точки высот, населенные пункты, каналы, антропогенные водоемы, асфальтированные дороги, улучшенные грунтовые дороги, граница районов. В пределах каждого типа выполнено описание топоэкологичских профилей на песках разной степени зарастания и наиболее типичных фитоценозов.

Легенда построена по принципу выделения песков с разной степенью зарастания (открытые пески – общее проективное покрытие (ОПП) до 10%; полузаросшие – ОПП от 10 до 50%; заросшие – ОПП >50%) на разных формах рельефа с использованием эколого-фитоценотической классификации.

В результате полевых рекогносцировочных, маршрутных и полустационарных исследований были выявлены деградированные территории с открытыми, полузаросшими и заросшими песками, а также дефлированные земли вокруг кошар *(таблицы 1, 2)*.

Таблица 1

Площади песков Юстинского района Республики Калмыкия (по состоянию на 30.09.2023 г.)

Категория песков	Общее проективное покрытие растительности на песках, %	Площадь песков, км^2	В % от общей площади песков
Открытые пески	0-10	112,35	18,1
Слабозаросшие пески	10-50	190,89	30,8
Заросшие пески	>50	316,72	51
Итого песков всех категорий		619,96	100
Дефлированные земли вокруг кошар		591,86	

По современным данным сканерных снимков ИСЗ «Landsat-8» OLI/TIRS за 2023 г. открытые дефляционные очаги песков в Юстинском районе сосредоточены в его центральной и юго-восточной частях, в Яшкульском районе – на юго-восточной и северо-восточной частях территории. В Юстинском районе площадь открытых дефляционных очагов в 2023 году составила 112,35 км^2 (11 235 га). В Яшкульском районе площадь открытых дефляционных очагов в 2023 году – 108,31 км^2 (10 831 га).

Выявлено, что в настоящее время мелкие развеваемые пески (до 100 га) занимают в Юстинском районе 97% (7 300 га) от общей площади открытых песков 11 235 га, а средние (от 100 до 400 га) – 3% (3890 га). В Яшкульском районе наблюдается такая же ситуация: доля открытых песков до 100 га составила 97% (6 734 га). Большей частью эти пески новообразованные.

Таблица 2

Площади песков Яшкульского района Республики Калмыкия (по состоянию на 30.09. 2023 г.)

Категория песков	Общее проективное покрытие растительности на песках, %	Площадь песков, км^2	В % от общей площади песков
Открытые пески	0-10	108,31	25,83
Слабозаросшие пески	10-50	90,53	21,59
Заросшие пески	>50	220,53	52,59
Итого песков всех категорий		419,37	100
Дефлированные земли вокруг кошар		522,9	

Выявлены деградированные земли вокруг кошар, площадь которых в Юстинском районе составила 591,83 км^2 (59 183 га), в Яшкульском районе – 522,9 км^2 (52 290 га). Эти территории представляют собой оголенные без растительности земли животноводческих стоянок, вокруг которых отмечаются сбитые пастбища со стадией пастбищной дигрессией (IV-V) и доминированием сорных и рудеральных видов: гармалы (*Peganum garmala*), дескурайнии Софьи (*Descurainia sophia),* гулявника высокого (*Sisymbrium altissimum*), эбелека (*Ceratocarpus arenarius),* костра *(Anisantha tectorum),* солянки сорной *(Salsola tragus*).

Заключение. Таким образом, проведенные исследования позволили определить точные площади открытых песчаных массивов с их географической привязкой на территории Юстинского и Яшкульского районов, определить площади песков по категориям их зарастания растительностью (открытые, зарастающие, заросшие) и площади дефлированных земель вокруг кошар и выявить масштабы деградации ландшафтов.

Список литературы

1. Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Наука, 1984. 320 с.

2. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. М.: Изд-во А и Б, 1997. 296 с.

3. Методические указания по изысканиям и проектированию мероприятий комплексного освоения песков юга и юго-востока Европейской части СССР/ под общ. Ред. В.Н. Виноградова, В.Н. Тарасюка. Москва: ВАСХНИЛ, 1985. 78 с.

4. Методика ландшафтно-хозяйственной классификации песчаных земель засушливых областей юго-востока европейской части СНГ/ разработана А.С. Манаенковым, Н.С. Зюзь, К.Н. Куликом. Москва: Россельхозакадемия, 1997. 47 с.

5. Геоинформационные системы в региональных исследованиях: теория, методология, практика (на материалах Республики Калмыкия): учеб. пособие/ колл. авторов С.С. Уланова, М.М. Чемидов, О.Ю. Кондышев, Е.В. Никитенко, К.В. Маштыков, Н.Л. Федорова, И.А. Горяев; М-во образования и науки Республики Калмыкия, Ин-т комплекс. исслед. арид. территорий; под общ. ред. Н.В. Ходыковой. Элиста: ИКИАТ, 2019. 168 с.

6. Цаценкин И.А. Естественные кормовые ресурсы Западного Прикаспия и вопросы их рационального использования // Вопросы освоения пастбищных земель в полупустынных и пустынных районах СССР. М.; Л.: 1957. С. 95-107.

7. Полевая геоботаника / под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина: В 5 т. М.; Л.: Наука. 1959-1976. Т. 3. 1964. 442 с.; Т. 4. 1972. 336 с.

8. Джапова Р.Р. Изменения структуры степных и пустынных фитоценозов при пастбищном использовании в условиях Калмыцкой АССР // Экология растений степной зоны: межвузов. сб. науч. тр. Элиста, 1983 С. 62-66.

9. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. Москва: Т-во научных изданий КМК, 2006. 600 с.

10. Флора Нижнего Поволжья Т. 1 // Определители по флоре и фауне России. Вып. 6 / отв. ред. А.К. Скворцов (споровые, голосеменные, однодольные). М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. 435 с.

11. Флора Нижнего Поволжья Т. 2, часть 1, часть 2 (раздельнолепестные двудольные цветковые растения) / Определители по флоре и фауне России. Вып. 13 // отв. ред. Н.М. Решетникова; Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН. М.. Т-во научных изданий КМК, 2018. 497 с.

12. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Л.: Наука, 1995. 990 с.

13. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосемянных и хвойных. М.: Высш. шк., 1962. 378 с.

14. Официальный сайт администрации Юстинского районного муниципального образования Республики Калмыкия [Электронный ресурс]. URL: https://yustinskoeyustinskoe-r08.gosweb.gosuslugi.ru (дата обращения: 05.12.2023).

15. Официальный сайт Яшкульского районного муниципального образования Республики Калмыкия [Электронный ресурс]. URL: http://www.yashkulrmo.ru (дата обращения: 05.12.2023).

16. Агроклиматические ресурсы Калмыцкой АССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 172 с.

17. Болышев Н.Н. Почвенный покров природных районов восточного склона Ергеней и западной части Прикаспийской низменности [текст] // Вестн. Моск. ун-та. Сер. Биология почв. 1959. № 1. С. 54-65.

18. Карта растительности Европейской части СССР. М 1 : 2 500 000 / Отв. ред. Т.И. Исаченко, В.М. Лавренко. АН СССР, Бот. ин-т им. В.Л. Комарова. 1980.

19. Сафронова И.Н. Фитоэкологическое картографирование Северного Прикаспия [текст] // Геоботаническое картографирование 2001-2002. СПб., 2002. С. 44-65.

УДК 595.771
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1395-1402

К ИЗУЧЕНИЮ КОМПЛЕКСОВ ГАЛЛИЦ (DIPTERA, CECIDOMYIIDAE), РАЗВИВАЮЩИХСЯ НА ОБЩИХ РАСТЕНИЯХ-ХОЗЯЕВАХ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

TO THE STUDY OF GALL MIDGE COMPLEXES (DIPTERA, CECIDOMYIIDAE) DEVELOPING ON SAME HOST PLANTS IN THE MIDDLE VOLGA REGION

Федотова З.А.
Fedotova Z.A.

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург-Пушкин, Россия
FGBNU All-Russian Institute for Plant Protection, Pushkin, Saint Petersburg, Russia

E-mail: zoya-fedotova@mail.ru

Аннотация. Показано состояние изученности галлиц, найденных в зоне степей России и сопредельных стран. В результате сравнения фаун галлиц Среднего Поволжья Дагестана, и Казахстана были выявлены комплексы галлиц, развивающихся на общих растениях-хозяевах. На примере фауны Среднего Поволжья предлагается выделить 7 групп комплексов галлиц в соответствии с экологическими и хозяйственно-важными группами их растений-хозяев: древесно-кустарниковых; травянистых степных и луговых; пойменных и околоводных; парковых насаждений и интродуцентов; сорных; сельскохозяйственных; растений, характерных для места и условий произрастания. Данные группы условны, так как некоторые растения-хозяева могут относиться одновременно к разным группам. При дальнейшем изучении фауны галлиц и их хозяйственного значения информация по этим комплексам позволит быстро определить новизну дополнительных данных о их видовом составе, трофических связях, распространении и оценить риски, связанные с массовым размножением отдельных видов галлиц.

Ключевые слова: Галлицы, фитофаги, галлообразователи, растения-хозяева, комплексы галлиц, степи, Самарская область.

Abstract. The state of knowledge of gall midges found in the steppe zone of Russia and neighboring countries is shown. As a result of comparison of the gall midge faunas of the Middle Volga region of Dagestan and Kazakhstan, complexes of gall midges developing on common host plants were identified. Using the example of the fauna of the Middle Volga region, it is proposed to distinguish 7 groups of gall midge complexes in accordance with the ecological and economically important groups of their host plants: trees and shrubs; herbaceous steppe and meadow; floodplain and near-water; parklands and introduced species; weeds; agricultural; plants characteristic of the place and growing conditions. These groups are arbitrary, since some host plants may simultaneously belong to different groups. With further study of the fauna of gall midges and their economic importance, information on these complexes will make it possible to quickly determine the novelty of additional data on their species composition, trophic relationships, distribution and assess the risks associated with the mass reproduction of individual gall midge species.

Key words: Gall midges, phytophages, gall formers, host plants, gall midge complexes, steppes, Samara region.

Введение. Галлицы – одно из крупнейших и наиболее малоизученных семейств отряда Diptera. В настоящее время в мире известен 6651 вид из 832 родов [1], но они, вероятно, составляют лишь небольшую часть их разнообразия.

Семейство галлиц наиболее широко известно по образованию галлов на растениях. Большинство видов принадлежат к подсемейству Cecidomyiinae. Имаго галлиц не питаются. Личинки фитофагов развиваются на сосудистых растениях, среди которых доминируют покрытосеменные. Они встречаются в соцветиях, плодах, стеблях и свободно на растениях без образования галлов. Галлицы могут развиваться на всех органах растений, но обычно образуют галлы характерной для вида формы на определенных частях растений, включая корни. Многие виды галлиц связаны с растениями косвенно, так как их личинки-мицетофаги питаются преимущественно на ржавчинных и мучнисторосяных грибах, а личинки хищников – в галлах и колониях насекомых и клещей, развитие которых происходит на растениях. Выявлены инквилины, живущие в галлах галлиц и других насекомых; фитомицетофаги, имеющие комплексное питание, связанное с предварительным заражением растений грибами в процессе откладки яиц. Почти все виды галлиц, принадлежащие к данным трофическим группам, являются монофагами или узкими олигофагами, поэтому их видовой состав на изучаемой

территории зависит от разнообразия видового состава растений-хозяев. Наибольшее видовое богатство галлиц всегда связано с доминантами растительного покрова на изучаемой территории, которые обычно выделяются по разнообразию галлов различных видов галлиц, которые причиняют значительные повреждения [2].

Среди галлиц широко известны вредители сельскохозяйственных растений (гессенский и просяной комарики, малинные и смородиновые галлицы), хищники, сдерживающие размножение паутинных и галловых клещей, трипсов, тлей и др. На сорных растениях выявлены комплексы видов, участвующие в контроле численности семян, так как повреждают соцветия, плоды, семена и влияют на рост вегетативных органов растений).

Специального сравнительного анализа по фауне галлиц, встречающихся в зоне степей, не проводилось. Во многих регионах России сведения о галлицах отсутствуют или известны только виды, повреждающие сельскохозяйственные и лесные растения.

Наши исследования по изучению галлиц проводились в Среднем Поволжье с целью изучения их видового состава, трофических связей, распространения и хозяйственного значения в условиях лесостепи. Для сравнения комплексов галлиц, характерных для Среднего Поволжья, использовались также многолетние сборы автора, проведенные в условиях Казахстана и Дагестана, где степи ассоциированы как с поясным расположением в горах, так и равнинами.

Цель работы: среди растений-хозяев галлиц, доминирующих в зонах степей и лесостепей, выделить общие экологические и хозяйственно-важные группы, для которых характерны общие комплексы галлиц. Эти растения могут быть индикаторами трофических связей и распространения галлиц на изучаемой территории. На основании оценки разнообразия комплексов галлиц, связанных с дикорастущими растениями, сельскохозяйственными и иными культурами, возможно проследить пути формирования фауны галлиц и их эволюционную связь с аборигенными растениями; планировать проведение природоохранных мероприятий в связи с отчуждением новых площадей, необходимых для расширения хозяйственной деятельности в регионе, а также предвидеть риски, связанные с потерей урожая при введении новых сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы. Исследования проводились в Самарской области, 30 км ю.-в. г. Самара (г. Кинель, пос. Усть-Кинельский) и в Жигулёвском заповеднике, расположенном на полуострове Самарская Лука, близ г. Тольятти (пос. Бахилова Поляна, Зольное, Ширяево).

Для Среднего Поволжья характерны липово-дубовые, сосновые, мелколиственные леса и луговые степи на серых лесных почвах, оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземах. В ботанико-географическом отношении Среднее Поволжье лежит в пределах Восточноевропейской провинции Европейской широколиственной области и Восточноевропейкой лесостепной и Заволжско-Казахстанской степной провинций Евразиатской степной области. В физико-географическом отношении данная территория является фрагментом Русской равнины. Лесостепная зона занимает большую часть Среднего Поволжья. Для лесостепной зоны характерно чередование лесных массивов с участками безлесной травянистой степи. В настоящее время степи полностью распаханы, оставшиеся леса в значительной мере видоизменены под влиянием хозяйственной деятельности человека [3].

Определение видов галлиц проводилось по личинкам, найденным в галлах, и выведенным из них имаго. Имаго были выведены также из массовых сборов соцветий, семян и плодов древьев, кустарников и трав, которые снаружи часто кажутся неповреждёнными даже при сильном заражении их личинками галлиц. Мицетофаги и хищники и инквилины также почти всегда дополняют общие комплексы с галлообразователями на тех же растениях-хозяевах. Изготовлены постоянные препараты личинок и имаго в пихтовом бальзаме по общепринятой методике.

Ареалы растений-хозяев галлиц приведены в соответствии Конспектом флоры Волго-Уральского региона [4]. Сведения о видовом составе, трофических связях, особенностях биологии и распространении видов галлиц в регионах, взятых для сравнения, приведены в отдельных публикациях по Казахстану [2], Среднему Поволжью [5-11] и Дагестану [12, 13].

Результаты исследований и их обсуждение. В настоящее время наиболее широко изучены галлицы-фитофаги Западной Европы [14]. В России их видовое разнообразие более полно представлено в центральных и южных областях Европейской части [15]. В настоящее время видовой состав галлиц сравнивают по странам, оценивая сходство фаун по количеству общих видов. Состояние изученности фаун на данных территориях и экологические условия местообитаний видов не учитываются. При сравнении галлиц Грузии с фаунами других стран

[16] были приведены данные о количестве видов-фитофагов, выявленных в Азербайджане – 11, Армении – 96, Турции – 116, Грузии – 123, России – 400, Казахстане – 820. Эти данные также свидетельствуют о неравноценном и слабом изучении галлиц.

Известны отдельные публикации по галлицам Нижнего Поволжья – Астраханской, Волгоградской и Саратовской областей с приведением отдельных видов галлиц. По Среднему Поволжью первые фаунистические обзоры были опубликованы Е.В. Домбровской, в том числе по Куйбышевской области и Жигулёвскому заповеднику [17]. Позже в Самарской области нами проводились многолетние исследования [5-11]. Всего для Среднего Поволжья было выявлено 347 видов галлиц из 72 родов, в том числе 23 вида и 2 рода оказались новыми для науки. Многие виды галлиц, описанные из Казахстана, позже были найдены в Южной и Западной Европе и Европейской части России [1, 12-15], в том числе в Среднем Поволжье и Сибири [11]. За пределами Казахстана они развиваются на общих видах растений, имеющих широкие ареалы, которые обусловлены, прежде всего, ареалами растений-хозяев. В Казахстане большинство этих видов встречаются в поймах рек, степях, предгорьях, среднегорьях, обычны в горах, в поясе лиственного леса. Почти половина видов галлиц, выявленных в Среднем Поволжье, оказались общими с фауной Казахстана [2]. В Казахстане доминируют виды галлиц, которые имеют транспалеарктические, европейско-казахстанские, европейско-сибирские и туранские ареалы. Основу фауны Среднего Поволжья составляют евросибирские виды, которые повсеместно встречаются в зоне степей – от Центральной Европы до Западной Сибири [1, 6, 14, 18].

Основу фауны галлиц Дагестана составляют виды с широкими ареалами: голарктическими, панпалеарктическими, еврозападнопалеарктическими, европейско-западносибирско-горносреднеазиатскими бореальными, паннноказахстанскими, среди которых доминируют европейские виды. Велика доля видов, имеющих туранские и ирано-туранские ареалы [12, 13], с обилием еще неизученных видов ксерофильной фауны.

При сравнении фаун галлиц указанных территорий, в их составе были выявлены комплексы видов, которые повреждают те же или близкие виды растений, хотя местообитания и условия их произрастания, в том числе высота над ур. м., сильно отличаются, как и аридный климат Казахстана и Дагестана и резко континентальный засушливый Среднего Поволжья. Для каждой из степных фаун данных территорий характерны специфические особенности, связанные с отсутствием некоторых видов галлиц и появлением других на тех же растениях-хозяевах.

По-видимому, основная причина некоторой смены видового состава галлиц на широко распространенных растениях, зависит от замещения доминантов растительного покрова в конкретных климатических условиях, и наличием автохтонной фауны, которая здесь формировалась самостоятельно. Возможно, дополнение иных видов галлиц происходит при наложении ареалов разных видов растений, принадлежащих одному роду. Подобные примеры были рассмотрены при сравнении видового состава галлиц, выявленных на *Spiraea* и *Caragana* в Казахстане – на Алтае и иных местообитаниях [2], а также в Дагестане [12, 13]. На растениях из родов *Artemisia*, *Rosa* и *Euphorbia* также отмечена специфичность некоторой части общего комплекса галлиц в различных местообитаниях.

На основании анализа комплексов галлиц, выявленных в Среднем Поволжье и иных степных биоценозах, мы предлагаем выделить в связи с их растениями-хозяевами 7 условных групп, имеющих экологическое и хозяйственное значение *(таблица 1)*. Видовой состав галлиц этих комплексов остаётся почти неизменным в зоне степей Евразии. Об этом свидетельствуют литературные источники и наши наблюдения, проведенные в степях Казахстана и Дагестана [1, 6, 14, 15, 18].

1. Древесно-кустарниковые. Комплексы видов галлиц обычно специфичны по отношению к их родам, но могут встречаться на разных видах этих родов, т.к. являются узкими олигофагами. Ареалы некоторых видов галлиц приближаются к ареалу рода. Например, на *Spiraea* spp. общий комплекс видов галлиц широко встречается в Палеарктике [19] *(таблица 1)*. На растениях этого рода в других зоогеографических областях развиваются другие специфические для них комплексы. Среди аборигенных растений – *Betula pendula*, *Caragana frutex*, *Chamaecytisus ruthenicus, Genista tinctoria, Prunus fruticosa, P. tenella*, *P. spinosa*, *Rhamnus cathartica*, *Spiraea hypericifolia, Querqus robur и др.*, имеющие преимущественно древнесредиземноморские степные и евразиатские лесотепные ареалы [4, 6, 9]. На них выявлены виды галлиц, которые так же широко распространены, как и растения-хозяева [17, 18].

Таблица 1

Распределение комплексов галлиц в соответствии с основными экологическими и хозяйственно-важными группами их растений-хозяев в Среднем Поволжья

Примеры растений и их ареалы	Комплексы видов галлиц и повреждаемые ими органы растений
1. Древесно-кустарниковые	
Caragana frutex, евразиатский, лесотепной	*Desertomyia caraganae* Fedotova Л; *Jaapiella tarbagataica* Fedotova Л; *Bremiola caraganae* Fedotova Л; *B. caraganicola* Fedotova Л; *Contarinia rhodrndorfi* Fedotova Ц; *C. caraganae* Fedotova Ц
Chamaecytisus ruthenicus, средиземноморский степной	*Asphondylia* sp. П, Пл; *Macrolabis chamaecytisicola* Fedotova Л, И; *Wachtliella cytisicola* Fedotova Л; *Trotteria cytisiphila* Fedotova, Пл, И
Spiraea hypericifolia, древнесредиземноморский степной	*Contarinia spiraeaphaga* Fedotova Ц; *Rosomyia spiraeae* Fedotova Л; *Spiromyia cystiphorae* Fedotova Л; *Tavolgomyia karelini* Fedotova Л
Ulmus laevis, европейский неморально-лесной	*Jaapiella leemiis* (Kieff.) Л; *Physemocecis ulmi* (Kieff.) Л
2. Травянистые степные и луговые	
Achillea ptarmica, европейский лугово-степной	*Ozirhincus millefolii* (Wachtl) Пл; *Rh. tripleurospermi* Skuhravá П; *Rh. ptarmicae* (Vallot) Ц
Artemisia scoparia, европейско-американский лесостепной	*Boucheella artemisiae* (Bouche) Ц; *Seriphidomyia* (*Polynomyia*) *campestris* (Rübs.) П
Filipendula ulmaria, евразиатский бореальный лесной	*Dasineura pustulans* (Rubs.) Л; *D. ulmariae* (Rübs.) Л; *D. harrisoni* (Bagnall) К; *Jaapiella volgensis* Fedotova Ц
Origanum vulgare, голарктический лесостепной	*Asphondylia hornigi* (Wachtl) Ц; *Contarinia* sp. Ц; *Arthrocnodax origani* Fedotova на *Aceria labiatiflorae* (Thomas) (Eriophyidae) П, Л, Х
3. Пойменные и околоводные	
Euphorbia palustris, европейский луговой	*Spurgia capitigena* (Bremi) П; *M. lutea* Rübs. П, И
Phragmites australis, плюрирегиональный прибрежно-водный	*G. inclusa* (Frauenfeld) С; *L. arundinis* Schiner С; *L. flexuosa* (Winn.) С; *Stenodiplosis phragmicola* Sinclair et Ahee Пл
Salix viminalis, евразиатский бореальный лесной и др.	*Rabdophaga clavifex* (Kieff.) П; *R. rosaria* Loew П; *R. salicis* (Schrank) С
Thalictrum minus, евразиатский бореальный лесной	*Jaapiella thalictri* (Rübs.) П; *Macrolabis thalictri* Fedotova Л
4. Парковые насаждения и интродуценты	
Caragana arborescens, древнесредиземноморский степной	*Bremiola caraganicola* Fedotova (Л); *Dasineura sibirica* Marik. Л; *Contarinia caraganae* Marik. Ц
Populus tremula, евразиатский	*Harmandia cavernosa* (Rübs.) Л; *Contarinia petioli* (Kieff.)
Tilia cordata, европейский неморальный лесной	*Contarinia tiliarum* (Kieff.) Л, П; *Dasineura thomasiana* (Kieff.) Л; *D. tiliae* (Schrank) Л, *Didymomyia tiliaceae* (Bremi) Л
Rosa majalis, восточноевропейский степной	*Dasineura rosarum* (Hardy) Л; *Macrolabis luceti* Kieff. Л, И
5. Сорные	
Cirsium arvense, европейский сорный	*Clinodiplosis cilicrus* Ц, М; *Jaapiella cirsiicola* Rübs. Ц; *Macrolabis cirsii* (Rübs.) Ц, И

Примеры растений и их ареалы	Комплексы видов галлиц и повреждаемые ими органы растений
Sonchus arvensis, плюрирегиональный сорный	*Contarinia schlechtendaliana* (Rübs.) Ц; *Cystiphora sonchi* (Bremi) (Л)
Sisymbrium loeselii	*Dasineura bayeri* (Rübs.) П, Ц; *Gephyraulus sisymbrii* Fedotova Ц
Tripleurospermum inodorum	*Rhopalomyia syngenesiae* (Loew) Ц; *Schizomyia samaralukensis* Fedotova* П, *Trotteria jigulensis* Fedotova* П
6. Сельскохозяйственные	
Medicago falcata, древнесредиземноморский степной	*Asphondylia miki* (Wachtl.) Пл; *Dasineura medicaginis* (Bremi) П; *Fabomyia medicaginis* (Rübs.) Л; *Contarinia medicaginis* Kieff. Ц; *Wachtliella dalmatica* (Rübs.) Л
Panicum miliacerum, древнесредиземноморский	*Stenodiplosis panici* Plotnikov* Ц
Rubus idaeus, евразиатский лесной	*Lasioptera rubi* (Schrank) С; *Dasineura plicatrix* (Loew) Л; *D*. sp. Ц.
Raphanus raphanistrum	*Gephyraulus raphanistri* (Kieff.) Ц, *Dasineura napi* (Loew, 1850) Пл
Triticum aestivum, древнесредиземноморский горностепной	*Contarini tritici* Ц; *Haplodiplosis marginata* (von Roser) С; *Mayetiola destructor* (Say) С, Л; *Sitodiplosis mosellana* (Géhin, 1857) Ц
7. Растения, характерные для места и условий произрастания	
Achyrophorus maculatus, евразиатский лесостепной	*Clinodiplosis achyrophoridis* Fedotova* Ц
Bassia prostrata, древнесредиземноморский степной псаммофильный	*Pseudokochiomyia viciae* Marik. П; *P. mesasiatica* Fedotova П; *Izeniola potanini* Fedotova Л, П, С

Примечания. * виды галлиц, найденные только в Среднем Поволжье. Трофические группы видов галлиц: И – инквилины, М – мицетофаги, Х – хищники, остальные - фитофаги. Повреждения на органах растения: К – корень, Л – лист, С – стебель, П – почка, Пл – плод, Ц – цветок.

2. Травянистые степные и луговые. В различных ассоциациях, почти повсеместно, на равнинах и в горах встречаются цветочные галлы, образованные галлицами рода *Asphondylia* на растениях семейства Lamiaceae (*Mentha, Origanum*, *Thymus*, *Salvia*). В степях доминируют полыни (Asteraceae, *Artemisia*), на которых обнаружены наиболее крупные комплексы галлиц из родов трибы Rhopalomyiini, образующие огромное разнообразие специфических по форме галлов на всех органах растения. Нами на всех изученных территориях было отмечено присутствие галлов, образованных галлицами и четырёхногими клещами (Eriophyidae) на общих видах растений-хозяев. Часто эти комплексы дополняют галлы, образованные Psyllidae, Aphididae и Cynipidae [13].

3. Пойменные и околоводные (вдоль рек и иных понижений ландшафта). Комплексы галлиц, развивающиеся в поймах рек, связанны также как с древесно-кустарниковыми, так и травянистыми растениями, часть из которых обычно всегда встречается на лугах в гумидных местообитаниях. Доминируют разнообразные виды ивы (*Salix* spp.), осина (*Populus tremula*), тёрн (*Prunus tenella*) тростник (*Phragmites* australis), василистники (*Thalictrum* spp.). На всех исследованных территориях отмечен *Persicaria hydropiper* (голарктический бореальный луговой), на котором известен единственный вид галлицы – *Wachtliella persicariae* (L.). Некоторые комплексы галлиц можно обнаружить в парках и ботанических садах, где их растения-хозяева используются для создания различных экспозиций. Многие виды, развивающиеся на *Carex*, *Scirpus* (Poaceae), *Butomus umbellatus* (Butomaceae), ещё не описаны.

4. Парковые насаждения и интродуценты, которые встречаются также в рекреационных зонах и лесополосах. Они дополняют искусственные посадки аборигенных и других декоративных деревьев и кустарников (*Tilia cordata*, *Salix caprea*, *S. viminalis* и др.). На всех автохтонных видах выявлены комплексы галлиц, которые так же широко встречаются в лесостепной и степной зоне, как и их растения-хозяевах.

Среди интродуцентов широко известен сибирский вид – жёлтая акация (*Caragana arborescens*), имеющая ныне широкий вторичный ареал. Полностью комплекс из 4 видов галлиц,

отмечен в Западной Сибири и Казахстане, где эти растения встречается в естественных местообитаниях, 3 вида – в Среднем Поволжье и только *Dasineura sibirica* Marik. недавно обнаружен на северо-западе России (Санкт-Петербург) [20]. Массовая интродукция *C. arborescens*, используемой для озеленения городов и создания лесополос, проводилась в СССР в 1970-х годах. Вскоре вид *D. sibirica*, описанный из окрестностей Томска, был отмечен в Латвии (1978 г.) и Литве (1988) [21]. Повреждения соцветий, вызываемых *Contarinia caraganae* Marik., и бобов – *C. rhodendorfi* Fedotova, отмечены только в Казахстане и Среднем Поволжье [2, 6]. Для создания лесополос в Среднем Поволжье используются также аборигенные виды *Lonicera tatarica* и *Ulmus laevis.*

Американские интродуценты – гледичия (*Gleditsia triacanthos*) и робиния или белая акация (*Robinia pseudoacacia*) являются приоритетными декоративными растениями в парках и зелёных зонах. В настоящее время они очень сильно поражены инвазивными видами листовых галлиц, соответственно, монофагом *Dasineura gleditchiae* (Osten Saken) и узким олигофагом *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman). В Среднем Поволжье эти виды пока не отмечены, но широко распространены на юге и юго-западе России, в том числе в Дагестане [13]. Галлица *O. roboniae* выявлена в Волгоградской области в городских насаждениях и лесополосах [22], недавно обнаружена в Воронежской области [23]; *D. gleditchiae* недавно отмечена в Казахстане (Угамский хр.). Эти виды всегда вызывают массовое заражение растений. Таким образом, инвазивные виды галлиц постепенно становятся доминирующими для лесостепной фауны. Комплексы галлиц, специфические для травянистых растений, почти всегда встречаются под покровом искусственно созданных насаждений

5. Сорные растения, имеющие широкие ареалы. Относятся к разнообразным семействам: Asteraceae (*Cirsium incanum*, *Sochus arvensis*, *Tripleurospermum inodorum*), Brassicaceae (*Thlaspi arvense*, *Descurainia sophiae*, *Lepidium draba*) и др. Галлицы, развивающиеся на них, могут быть галлообразователями или участвуют в контроле семян, поражая соцветия, плоды и семена. Видовой состав галлиц остаётся почти всегда постоянным, кроме случаев инвазий этих растений-хозяев в другие зоогеографические области, в том числе тростника.

6. Сельскохозяйственные растения ассоциированы с посевами (зерновых, колосовых, бобовых и масличных культур) и посадками плодово-ягодных культур. Так же на полях образуются сборные комплексы галлиц, часть из которых связана с видами, развивающимися на сорных растениях.

Видовое разнообразие галлиц в агроландшафтах, встречающееся на посевах монокультур и травосмесей, обусловлено их проникновением из природных местообитаний, часто расположенных вблизи полей. Развитие нескольких видов галлиц, последовательно или одновременно развивающихся на растении, вызывают значительно большие потери, чем принято считать, так как обычно учитываются повреждения, вызванные одним видом, с которым связаны потери урожая, – семян и плодов. Например, на люцернах в условиях Среднего Поволжья развивается 5 видов галлиц, но массовые потери урожая учитывают по уничтожению плодов, в которых питаются личинки *Asphondylia miki*, тогда как при образовании бутонов большая их часть превращается в галлы, в которых в массе развиваются личинки цветочной галлицы – *Contarinia medicaginis* Kieff. Для учёта общих потерь, которые возникают при повреждении растения галлицами, немаловажно учитывать также виды, образующие галлы на вегетативных органах – почках и листьях.

7. Растения, характерные для места и условий произрастания. Среди них виды, характерные для данного типа степи, эндемичные виды и виды монотипных родов. В месте их произрастания специфические виды галлиц могут встречаться в массе. Наиболее обычны виды, редко встречающиеся в местных условиях. Например, *Bassia prostrata*, которая является эдификатором в Казахстане и Дагестане [2, 13, 14].

Особое значение для анализа фауны галлиц, встречающихся в степях, представляют комплексы, образованные растительными четырехногими клещами (Eriophyidae) и хищными галлицами. Мы обнаружили хищных галлиц *Arthrocnodax* spp. в галлах почти всех найденных видов клещей в Казахстане, Среднем Поволжье, Дагестане и на северо-западе России. Эти общие комплексы галлиц и клещей встречаются на растениях всех семи групп, описанных выше. Недавно они были изучены на примере фауны Дагестана, где доминируют на растениях семейства Lamiaceae [14]. В Среднем Поволжье – предпочитают Asteraceae [6], в Казахстане отмечены на растениях 16 семейств, в т. ч. на Asteraceae – 5 видов, Rosaceae и Lamiaceae – по 4, Brassicaceae и Fabaceae – 3, с учётом пока неописанных видов [2].

Заключение. Изучение комплексов галлиц, которые часто встречаются одновременно на общих растениях-хозяевах, имеет большое теоретическое и практическое значение, так как позволяет выявить период активного видообразования в группах близких видов галлиц (например, *Lasioptera* на тростнике) или для видов галлиц, принадлежащих к неродственным родам из разных триб (*Contarinia*, *Dasineura*, *Spiromyia*, *Tavolgomyia* на *Spiraea*). По таким примерам можно установить периоды в эволюции сосудистых растений, когда происходило их массовое заселение отдельными группами галлиц с последующим переходом их к галлообразованию.

Уникальность фауны галлиц Среднего Поволжья определяется видовым составом их растений-хозяев, в том числе долей автохтонных видов, на которых галлицы ранее были не известны, а также проникновением видов, отмечавшихся ранее в более аридных местообитаиях. Основу фауны галлиц в зоне степей составляют виды, ареалы которых близки к ареалам растений-хозяев

В зависимости от цели изучения галлиц необходимо акцентировать внимание на определенных группах растений. Видовой состав галлиц древесно-кустарниковых и травянистых растений абсолютно отличается. Древесно-кустарниковые растения обычно легко узнаваемы в районе исследования, представлены небольшим видовым и родовым разнообразием, и в настоящее время наиболее хорошо изучены в отношении поражения их галлообразующими галлицами. В парковых и иных искусственных насаждениях определение видового состава галлиц обычно проводят по широко известным фило-, карпофагам и иным вредителям, которые могут быть индикаторами санитарного состояния этих растений, так как галлицы обычно проникают сюда из естественных местообитаний.

При изучении галлиц травянистых растений, необходимо подтвердить определение видов растений у специалистов, что особенно важно для правильной идентификации видов галлиц – монофагов и узких олигофагов. Очень часто эти виды образуют одинаковые по форме галлы, поражающие одни и те же органы растений. Многие виды галлиц, развивающиеся на травянистых растениях, связаны с группой сорных растений. Также богаты по видовому составу комплексы галлиц, специфические для пойменных и околоводных растений. Как и сорные растения, они представлены в основном широко распространенными видами.

Видовой состав галлиц, специфический для определенных сельскохозяйственных растений широко известен, но лишь отчасти относится к местной фауне. Большинство видов галлиц встречаются повсеместно в зоне возделывания культур, поэтому своевременное выявление этих видов поможет сократить потери урожая.

Большое разнообразие степей совершенно не изучено в отношении фаунистического разнообразия галлиц. Полученные нами сведения о видовом составе галлиц в Среднем Поволжье, большая доля которого ещё не изучена, их пищевой специализации и галлообразовании свидетельствуют об уникальности степных биоценозов. Особенности формирования фауны галлиц здесь также определяются большим разнообразием автохтонных растений, на которых выявлены неизвестные ранее виды галлиц. Помимо галлиц, развивающихся на широко распространенных растениях в зоне умеренного климата, здесь отмечены виды, встречающиеся в условиях аридного климата.

Список литературы

1. Gagné R.J., Jaschhof M. A catalog of the Cecidomyiidae (Diptera) of the world. 4th edition. Digital version 3. Available at: http://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/80420580/Gagne_2017_World_Cat_4th_ed.pdf. Washington: USDA [United States Department of Agriculture]. 2017. 762 p.

2. Федотова З.А. Галлицы-фитофаги (Diptera, Cecidomyiidae) пустынь и гор Казахстана: морфология, биология, распространение, филогения и систематика / под ред. А.Ф. Емельянов Самара: Изд-во Самарской ГСХА, 2000. 803 с.

3. Горчакова А.Ю. Семейство мятликовые (Poaceae Barnhart) лесостепной зоны Среднего Поволжья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. № 16(1-1). С. 46-53.

4. Плаксина Т.И. Конспект флоры Волго-Уральского региона / под ред. Н.М. Матвеева. Самара: Изд-во Самарский университет, 2001. 388 с.

5. Федотова З. А. Галлицы-фитофаги (Diptera, Cecidomyiidae) сорняков в Среднем Поволжье // Тезисы докл. 46 науч.-практ. конф. проф.-препод. сост., сотр. и аспирантов. Самара: Изд-во Самарской ГСХА, 1999. С. 46-47.

6. Федотова З.А. К фауне галлиц (Diptera, Cecidomyiidae) Среднего Поволжья // Бюллетень Самарская Лука. 1999. № 9-10. С. 61-82.

7 Федотова З.А. Обзор палеарктических галлиц рода *Asphondylia* (Diptera, Cecidomyiidae) с описанием новых видов из Среднего Поволжья // Зоологический журнал. 2003. Т. 82. № 8. С. 972-985.

8 Федотова З.А. Гостальные связи галлиц *Trotteria* и *Verbasciola* (Diptera, Ce-cidomyiidae) с описанием новых видов из Среднего Поволжья // Зоологический журнал. 2007. Т. 86. № 4. С. 452-474.

9. Кадастр беспозвоночных животных Самарской Луки: Учебное пособие / под ред. Г.С. Розенберга. Самара: ООО «Офорт», 2007. 471 с.

10. Федотова З.А. Новые виды галлиц (Diptera, Cecidomyiidae) из Жигулёвского заповедника // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2008. Т. 10. № 5/1. С. 119-145.

11. Федотова З.А. Новые и малоизвестные для фауны России виды галлиц (Diptera, Cecidomyiidae) из Среднего Поволжья // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества. Ставрополь: Ставропольское изд-во «Параграф», 2019. Вып. 15. С. 20-32.

12. Федотова З.А., Нахибашева Г.М., Мухтарова Г.М., Гасангаджиева А.Г. Галлицы-фитофаги (Diptera, Cecidomyiidae) Дагестана: фауна, биология и распространение // Юг России: экология, развитие. 2022. Т. 17. № 3. С. 35-53. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-3-35-53.

13. Федотова З.А., Нахибашева Г.М., Мухтарова Г.М., Бекшоков К.С., Гасангаджиева А.Г. К изучению комплексов галлообразующих насекомых и клещей фауны Дагестана // Юг России: экология, развитие. 2023. Т.18. № 3. С. 8-27. DOI: 10.18470/1992-1098-2023-3-8-27.

14. Skuhravá M., Skuhravý V. The gall midges of Europe. KNNV Publishing. 2021. 424 p.

15. Коломоец Т.П., Мамаев Б.М., Зерова М.Д., Нарчук Э.П., Ермоленко В.М., Дьякончук Л.А. Насекомые – галлообразователи культурных и дикорастущих растений европейской части СССР. Двукрылые / под ред. Е.Н. Савченко. Киев: Наукова думка, 1989.168 с.

16. Skuhravá M., Skuhravý V., Buhr H.J. Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of Georgia // Acta Societatis Zoologicae Bohemicae. 2013. Vol. 77. P. 99-137.

17. Домбровская Е.В. Cecidomyiidae Куйбышевской области // Труды Зоологического института АН СССР. 1940. Т. 6. С. 184-221.

18. Ellis W. N. Leafminers and plant galls of Europe. Plant Parasites of Europe – leafminers, galls and fungi The Netherland: Amsterdam, 2001-2020. URL: bladmineerders.nl (дата обращения: 25.02.2024).

19. Федотова З.А. Фауна, трофические связи и распространение галлиц (Diptera, Cecidomyiidae), развивающихся на таволгах (*Spiraea*, Rosaceae) // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества. Ставрополь: Ставропольское издательство «Параграф», 2019. Вып. 15. С. 4-19.

20. Федотова З.А. Комплексы видов галлиц (Diptera, Cecidomyiidae), развивающихся на желтой акации (*Caragana arborescens* Lam.) и других видах караганы // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества. Ставрополь: Ставропольское издательство «Параграф», 2023. Вып. 19. С. 4-23.

21. Spungis V.V. 92 new for Lithuania species of gall midges (Diptera, Cecidomyiidae), found in 1987-1989 // New and rare for Lithuania insect species. Records and descriptions of 1993. Vilnus: Institute of ecology. 1993. P. 25-39.

22. Белицкая М.Н., Грибуст И.Р., Блюм К.Я. Робиниевая краевая галлица (*Obolodiplosis robiniae* Haldeman) в защитных насаждениях Нижнего Поволжья // Успехи современного естествознания. 2020. № 6. С. 7-13. DOI 10.17513/use.37403.

23. Ермолаев И.В. Первая находка *Macrosaccus robiniella* (Clemens, 1859) и *Obolodiplosis robiniae* Haldeman, 1847 близ г. Воронежа // Российский журнал биологических инвазий. 2023. Т. 16, № 3. С. 55-60. DOI 10.35885/1996-1499-16-3-55-60.

УДК 502.72 (471.61)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1403-1410

ФИТОСОЗОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ООПТ НА ЕРГЕНЯХ (РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

PHYTOSOZOLOGICAL JUSTIFICATION OF THE ORGANIZATION OF SPNA IN ERGENI (ROSTOV REGION)

Федяева В.В., Шмараева А.Н., Ермолаева О.Ю., Шишлова Ж.Н.
Fedyaeva V.V., Shmaraeva A.N., Ermolaeva O.Yu., Shishlova Zh.N.

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

E-mail: vfedyaeva@gmail.com

Аннотация. Ростовская область расположена в степной зоне Евразии. На её территории распространены три подзональных типа степей: разнотравно-дерновиннозлаковые, дерновиннозлаковые и пустынные полукустарничково-дерновиннозлаковые (или полынно-дерновиннозлаковые). На разностях зональных почв и в незональных позициях формируются эдафические варианты степной растительности: псаммофитный, гемипсаммофитный, петрофитный, галофитный. К настоящему времени донские степи почти полностью распаханы. Сохранившиеся степи, включая их эдафические варианты, занимают 17,3% территории Ростовской области. Пустынные степи распространены на юго-востоке области, преимущественно на Ергенинской возвышенности в Заветинском и, отчасти, в Ремонтненском районах. В Заветинском районе до настоящего времени сохранились значительные по площади массивы зональных водораздельных степей. Степень их сохранности, в целом, довольно высока. Их значение, с точки зрения перспектив расширения степного природно-заповедного фонда Ростовской области, весьма существенно. В настоящее время в районе отсутствуют особо охраняемые природные территории любого ранга, поэтому на правобережье р. Амты к северо-западу от хутора Андреева был выделен и обследован участок, перспективный для заповедования. Это участок степной растительности площадью 200-250 га, относится к подзоне пустынных степей; его флора насчитывает более 270 видов сосудистых растений, в том числе 14 «краснокнижных» таксонов; он является также locus classicus *Astragalus ergenensis* Kamelin et Sytin.

Ключевые слова: Ростовская область, пустынная степь, Ергенинская возвышенность, особо охраняемая природная территория, locus classicus *Astragalus ergenensis* Kamelin et Sytin.

Abstract. The Rostov region is located in the steppe zone of Eurasia. Three subzonal types of steppes are common on its territory: grass-turf-cereal, turf-cereal and desert semi-shrub-turf-cereal (or wormwood-turf-cereal). Edaphic variants of steppe vegetation are formed on the differences of zonal soils and in non-zonal positions: psammophytic, hemipsammophytic, petrophytic, halophytic. By now, the Don steppes have been almost completely plowed. The preserved steppes, including their edaphic variants, occupy 17.3% of the territory of the Rostov region. Desert steppes are common in the south-east of the region. Most of them are on the Ergeninsky upland in the Zavetinsky and some in the Remontnensky districts. Significant areas of zonal watershed steppes have still been preserved in the Zavetinsky district. The degree of their preservation, in general, is quite high. Their importance from the point of view of the prospects for expanding the steppe nature reserve fund of the Rostov region is very significant. Currently, there are no specially protected natural areas of any rank in this area. Because of this, on the right bank of the river Amta to the northwest of the farm Andreev, a promising site for conservation was identified and surveyed. This is an area of steppe vegetation with an area of 200-250 hectares, belongs to the subzone of the desert steppes. It has a high level of plant biological diversity, its flora includes more than 270 species of vascular plants, including 14 taxa listed in the «red lists»; it is also the locus classicus *Astragalus ergenensis* of Kamelin et Sytin.

Key words: Rostov region, desert steppe, Ergeninsky upland, specially protected natural area, locus classicus *Astragalus ergenensis* Kamelin et Sytin.

Введение. Ростовская область расположена в степной зоне Евразии. На её территории распространены три подзональных типа степей: разнотравно-дерновиннозлаковые, дерновиннозлаковые и пустынные полукустарничково-дерновиннозлаковые (или полынно-дерновиннозлаковые). На разностях зональных почв и в незональных позициях формируются эдафические варианты степной растительности: псаммофитный, гемипсаммофитный, петрофитный, галофитный [1]. К настоящему времени донские степи почти полностью распаханы. Сохранившиеся степи, включая их эдафические варианты, занимают 17,3% от общей площади (101 тыс. км^2) Ростовской области [2]; до распашки они занимали около 90% территории области [3].

Пустынные степи распространены на юго-востоке области преимущественно на Ергенинской возвышенности в Заветинском и, отчасти, в Ремонтненском районах, где преобладает овцеводческо-зерновое направление сельского хозяйства, которое определяет высокие показатели пасквальной деградации степной растительности.

В Заветинском районе до настоящего времени сохранились значительные по площади массивы зональных водораздельных степей. Их значение, с точки зрения перспектив расширения степного природно-заповедного фонда Ростовской области, весьма существенно. Степень их сохранности, в целом, довольно высока. Это обусловлено рядом причин, среди которых немаловажными являются наименьшая в области плотность населения (3,5 человека на 1 км^2) и низкий уровень распашки (28,0%) в связи с тем, что основным направлением эксплуатации земель является пастбищное животноводство.

Целинные комплексные степи Заветинского района как перспективный объект для заповедования неоднократно фигурировали в литературе и практических рекомендациях ростовских ботаников в связи с проблемами создания донского степного заповедника и формирования областной сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) [4], но до настоящего времени на территории Заветинского района отсутствуют ООПТ любого ранга, предназначенные для охраны зональных степей и связанного с ними комплекса редких и исчезающих видов растений и животных, занесённых в Красную книгу Ростовской области [5, 6].

Результаты исследований и их обсуждение. Заветинский район расположен на юго-востоке области. В системе геоморфологического районирования Ростовской области он относится к Доно-Сальской аккумулятивно-денудационной равнине на складчатых структурах погребённого Донбасса, принадлежащего к области Ергенинская возвышенная равнина [7].

Согласно климатическому районированию [8] территория Заветинского района принадлежит к Восточно-Прикаспийскому району западной подобласти континентальной Восточно-Европейской области, представленному в Ростовской области единственным Джурак-Сальским подрайоном, приуроченным к западному склону Ергеней. Этот подрайон характеризуется умеренно жарким (сумма активных температур 3306°С) полусухим (коэффициент увлажнения 0,32) климатом со средней годовой температурой около +8,2°С и средним годовым количеством осадков около 323 мм. Вероятность средних и сильных засух во второй половине лета – каждые 3 года, очень сильных – каждые 6-7 лет, каждые 4-5 лет они возможны и в первой половине лета; в каждый второй год наблюдается средняя по интенсивности засуха в любом отрезке вегетационного сезона, в каждый четвертый год – сильная [9]. Для подрайона характерны также суховеи в сочетании с засухами. С точки зрения влагообеспеченности период с конца июня до конца сентября является наиболее критичным для растительного покрова и природных экосистем в целом.

Почвенный покров Заветинского района представлен зональным типом каштановых почв и подзональным типом светло-каштановых в разной степени солонцеватых почв и их комплексами с солонцами. Почвообразующие породы почти повсеместно представлены лёссовидными суглинками. Участие солонцов в комплексах со светло-каштановыми почвами составляет в большинстве случаев 25-50%, примерно треть представлена комплексами с преобладанием солонцов [10, 11].

Степи Заветинского района в ботанико-географическом отношении принадлежат к Ергенинско-Заволжской степной подпровинции Заволжско-Казахстанской степной провинции Причерноморско-Казахстанской степной подобласти Евразиатской степной области [12]. На плато и западном склоне Южных Ергеней зональным подтипом степной растительности являются пустынные полынно-дерновиннозлаковые, или полукустарничково-дерновиннозлаковые, степи [13] на светло-каштановых почвах в комплексе с растительностью мезо- и микропонижений.

В последние годы было изучено современное состояние степной растительности на правобережье р. Амты к северо-западу от хутора Андреева, где располагаются значительные по площади степные массивы. Эти степи используются в качестве пастбищных и сенокосных угодий Заветинского района. Здесь был выделен участок, перспективный для организации ООПТ областного значения «Степи правобережья реки Амты» *(рисунок 1)*.



Рисунок 1. Местонахождение рекомендуемой ООПТ на Ергенях.

Рассматриваемый участок с богатой по флористическому составу целинной полынно-дерновиннозлаковой степью и развитым микро- и мезорельефом, типичным для подзоны пустынных степей, расположен на водоразделе правобережья долины р. Амты между балками Гусарка и Амн-Хара примерно в 6 км к северо-западу от хутора Андреева и в 3-3,5 км к северо-востоку от села Кичкино *(рисунок 2)*. Массив степей находится на западном склоне узкого водораздельного плато Ергеней с абс. высотами от 114 м над у.м. до 178 м над у. м., наиболее высокая по положению часть массива примыкает к верховьям балки Амн-Хара.

Площадь выделенного участка составляет 200-250 га, здесь преобладают светло-каштановые почвы в комплексе с глубокими и средними солонцами и лугово-каштановыми почвами глубоких западин. На участке между балками Гусарка и Амн-Хара господствуют целинные пустынные полынно-типчаково-ковылковые ассоциации: *Stipa lessingiana* subsp. *brauneri – Festuca valesiaca + Artemisia lercheana*, *Stipa lessingiana* subsp. *brauneri – Festuca valesiaca + Tanacetum achilleifolium* с доминированием ковылка, который представлен своим подвидом *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. subsp. *brauneri* Pacz., и овсяницей валлисской *Festuca valesiaca* Gaudin, и содоминантами-полукустарничками – полынью Лерхе *Artemisia lercheana* Weber ex Stechm. и ромашником *Tanacetum achilleifolium* (M. Bieb.) Sch. Bip., или их сочетанием

в разных пропорциях, или же с участием в этой синузии прутняка *Kochia prostrata* (L.) Schrad., не достигающего, как правило, уровня содоминанта. На *рисунке 3* показан облик пустынных полынно-типчаково-ковылковых степей в мае.



Рисунок 2. Местонахождение обследуемого участка целинной степи в Заветинском районе.

Общее проективное покрытие травостоя в ассоциациях полынно-типчаково-ковылковой степи в период наблюдения варьировало от 80% до 90%, высота фонового злакового травостоя составляла в среднем 35 см. Вертикальная структура сообществ практически всегда двухъярусная: первый ярус (до 35 см) образуют в основном злаки (*Stipa lessingiana* subsp. *brauneri*, *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata* (L.) Pers. и др.) и летнее разнотравье; второй ярус имеет высоту до 15 см, в нём преобладают пустынно-степные полукустарнички *Herniaria besseri* Fisch. ex Hornem., *Thymus marschallianus* Willd., *Veronica multifida* L. и др., отмечаются в большом количестве сухие остатки однолетников-эфемеров *Alyssum desertorum* Stapf, *Androsace maxima* L., *Arenaria viscida* Hall. fil. ex Loisel., *Draba nemorosa* L., *Holosteum umbellatum* subsp. *syvaschicum* (Kleop.) Tzvel., *Meniocus linifolius* (Steph.) DC. и др.

Покрытие мохово-лишайникового яруса варьирует на разных участках от 5% до 25%. Мёртвый напочвенный покров имеет покрытие 15-20%. Злаковый травостой, кроме господствующих ковылка и типчака, включает и другие дерновинные злаки: *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult., *Elytrigia pontica* (Podp.) Holub, *Koeleria cristata*, *Stipa sareptana* A.K. Becker, гемиэфемероид *Poa crispa* Thuill., изредка *Bromopsis riparia* (Rehm.) Holub. Обилие сопутствующих злаков обычно sp по шкале Друде, только *Agropyron desertorum* местами содоминирует с ковылком и типчаком; из корневищных злаков встречаются *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Leymus ramosus* (Trin.) Tzvel.

Среди гемиэфемероидов и длительно вегетирующих видов разнотравья наиболее обильны эуксерофиты *Achillea nobilis* L., *Astragalus reduncus* Pall., *Eryngium campestre* L., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Falcaria vulgaris* Bernh., *Goniolimon tataricum* (L.) Boiss., *Herniaria besseri*, *Linum austriacum* L., *Otites wolgensis* (Hornem.) Grossh., *Phlomis pungens* Willd., *Potentilla bifurca* L., *Ranunculus illyricus* L., *R. oxyspermus* Willd., *Trinia hispida* Hoffm., в меньшем обилии или локально встречаются *Achillea leptophylla* M. Bieb., *Ajuga chia* Schreb., *Carduus uncinatus* M. Bieb., *Centaurea diffusa* Lam., *Dianthus pallidiflorus* Ser., *Ephedra distachya* L., *Euphorbia leptocaula* Boiss., *Ferula caspica* M. Bieb., *Galatella tatarica* (Less.) Novopokr., *Galium verum* L., *Limonium sareptanum* (A. Beck.) Gams, *Linaria macroura* (M. Bieb.) M. Bieb., *Medicago falcata* L. subsp. *romanica* (Prod.) Schwarz et Klinkovski, *Oxytropis pilosa* (L.) DC., *Potentilla argentea* L., *Prangos odontalgica* (Pall.) Herrnst. et Heyn, *Rindera tetraspis* Pall., *Seseli tortuosum* L., *Thesium arvense* Horvatovszky, *Thymus marschallianus*, *Tragopogon dasyrhynchus* Artemcz., *Verbascum phoeniceum*

L., *Veronica barrelieri* Schott, *V. multifida* и др. На незначительных по площади нарушенных и эродированных почвах массово развивается прикаспийский вид *Euphorbia undulata* M. Bieb., на Ергенях проходит западная граница его ареала. В ассоциациях отмечаются виды-«перекати-поле» – *Crambe tataria* Sebeók, *Gypsophila paniculata* L., *Phlomis pungens* Willd., *Serratula erucifolia* (L.) Boriss. и др.



Рисунок 3. Степь правобережья р. Амты в окрестностях хутора Андреева. Доминирует Stipa lessingiana Trin. et Rupr. subsp. brauneri Pacz.

На этом участке произрастают 7 видов астрагала: *Astragalus calycinus* M. Bieb., *A. dolichophyllus* Pall., *A. physodes* L., *A. reduncus* Pall., *A. rupifragus* Pall., *A. testiculatus* Pall. и эндемик Ергеней *Astragalus ergenensis* Kamelin et Sytin – новый для науки вид, описанный в 2003 г. по сборам А.Н. Шмараевой и Ж.Н. Шишловой [14]. Таким образом, данный массив является образцом ергенинских степей с их богатым родовым комплексом рода *Astragalus* L.

По результатам исследований установлено, что флора насчитывает 274 вида сосудистых растений. На рекомендуемой для создания ООПТ территории выявлены 1 вид лишайников, 2 вида макромицетов и 11 видов высших сосудистых растений, занесённых в Красную книгу Ростовской области (ККРО) [6], в том числе 4 вида, занесённых в Красную книгу Российской Федерации (ККРФ) [15] *(таблица 1)*.

К числу редких и требующих охраны видов растений относятся рассеянно встречающиеся эфемероиды *Bellevalia speciosa*, *Tulipa biflora*, *T. suaveolens*, а также более обильно представленный в сообществах *Colchicum laetum*; гемиэфемероиды *Astragalus calycinus* и *A. physodes*, *Crambe tataria*, *Iris pumila*, крупнодерновинный *Stipa ucrainica*. Такие «краснокнижные» виды как *Astragalus calycinus*, *A. ergenensis*, *A. physodes*, *Colchicum laetum* и *Crambe tataria* образуют на этом участке довольно многочисленные популяции. Природоохранный интерес представляют базидиальные макромицеты, среди которых вид целинных степей *Picipes rhizophilus* и дизъюнктивный пустынный реликт *Phellorinia herculeana*, вероятно, древнейший вид микобиоты Ростовской области (реликт мелового периода).

Ботанико-географическую особенность ергенинским степям придают пограничноареальные прикаспийские и казахстанские виды на западной границе своих ареалов (*Goniolimon rubellum* (S.G. Gmel.) Klok., *Stipa sareptana*, *Artemisia pauciflora* Weber ex Stechm., *Salsola laricina* Pall., *Polycnemum verrucosum* Lang и др.), а также эндемик Ергеней *Astragalus ergenensis*, для которого степной массив к северо-западу от хут. Андреева является locus classicus [14] *(рисунок 4)*.

Таблица

Перечень «краснокнижных» видов растений и грибов, произрастающих на территории, рекомендуемой для создания ООПТ «Степи правобережья реки Амты»

№ п/п	Название вида	Семейство	Категория статуса редкости	
			ККРО	ККРФ
ОТДЕЛ СУМЧАТЫЕ ГРИБЫ – ASCOMYCOTA				
КЛАСС ЛЕКАНОРОВЫЕ (Лихенизированные грибы, лишайники) – LECANOROMYCETES				
1.	*Thalloidima sedifolium* (Scop.) Kistenich [*Toninia sedifolia* (Scop.) Timdal]	Catillariaceae	3	–
ОТДЕЛ БАЗИДИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ – BASIDIOMYCOTA				
КЛАСС АГАРИКОМИЦЕТЫ – AGARICOMYCETES				
2.	*Phellorinia herculeana* (Pers.) Kreisel	Phelloriniaceae	3	–
3.	*Picipes rhizophilus* (Pat.) J.L. Zhou et B.K. Cui [*Polyporus rhizophilus* Pat.]	Polyporaceae	3	3
ОТДЕЛ ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ – MAGNOLIOPHYTA (ANGIOSPERMAE)				
КЛАСС ДВУДОЛЬНЫЕ – MAGNOLIOPSIDA				
4.	*Astragalus calycinus* M. Bieb.	Fabaceae	3	–
5.	*Astragalus ergenensis* Kamelin et Sytin	Fabaceae	3	–
6.	*Astragalus physodes* L.	Fabaceae	3	–
7.	*Crambe tataria* Sebeók	Brassicaceae	2	–
КЛАСС ОДНОДОЛЬНЫЕ – LILIOPSIDA				
8.	*Bellevalia speciosa* Woronow ex Grossh. [*Bellevalia sarmatica* (Pall. ex Miscz.) Woronow]	Asparagaceae	2	2
9.	*Colchicum laetum* Steven	Colchicaceae	2	3
10.	*Iris pumila* L.	Iridaceae	2	–
11.	*Stipa sareptana* A.K. Becker	Poaceae	2	–
12.	*Stipa ucrainica* P.A. Smirn.	Poaceae	2	–
13.	*Tulipa biflora* Pall.	Liliaceae	3	–
14.	*Tulipa suaveolens* Roth [*Tulipa schrenkii* Regel]	Liliaceae	2	3



Рисунок 4. *Astragalus ergenensis* в locus classicus – степях правобережья р. Амты.

Заключение. В результате проведённых ботанических исследований установлено, что территория на правобережье р. Амты по своему географическому положению, составу и структуре растительного покрова вполне соответствует требованиям, предъявляемым к ООПТ областного значения и элементам экологической сети Ростовской области. К особенностям данной территории относятся:

– высокий уровень биоразнообразия растений и грибов, характерных для подзоны пустынных степей юго-востока Ростовской области;

– наличие типичных растительных сообществ пустынных полукустарничково-дерновиннозлаковых степей хорошей сохранности в зональных плакорных условиях с богатыми родовыми комплексами (роды астрагал, полынь и др.) в их составе;

– концентрация редких, исчезающих и требующих охраны видов флоры и микобиоты, в том числе занесённых в Красные книги Ростовской области и Российской Федерации;

– наличие популяци *Astragalus ergenensis* в locus classicus;

– многочисленность и высокая жизненность популяций ряда «краснокнижных» видов растений (*Astragalus calycinus*, *A. ergenensis*, *A. physodes*, *Colchicum laetum*, *Crambe tataria*);

– расположение территории в экологическом коридоре (долина р. Амты и система балок её правобережья).

В целом, обследованный степной массив на правобережье р. Амты как образец сохранивших свою эколого-ценотическую и географическую специфику зональных природных экосистем представляет большую природоохранную ценность, включая его репрезентативный флористический комплекс с участием раритетных видов, занесённых в списки охраняемых видов разного ранга. Вместе с тем, относительная близость рассматриваемого участка к населённым пунктам, а также вероятность увеличения поголовья выпасаемого скота и несоблюдение экологически целесообразного пастбищеоборота могут негативно сказаться на состоянии растительного покрова.

Таким образом, массив степей на правобережье р. Амты между балками Амн-Хара и Гусарка, расположенного между хутором Андреевым и селом Кичкино, можно обоснованно рекомендовать в качестве новой ООПТ областного значения категории охраняемый ландшафт с названием «Степи правобережья реки Амты». В случае организации данной ООПТ она будет играть важную роль в оптимизации экологической сети Ростовской области в качестве ключевой ботанической территории.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № FENW-2023-0008.

Список литературы

1. Федяева В.В. Растительный покров // Природные условия и естественные ресурсы Ростовской области. Ростов-на-Дону: Батайское книжное изд-во, 2002. С. 226-282.

2. Паршутина Л.П. Карта степной растительности Ростовской области // Современные проблемы ботанической географии, картографии, геоботаники, экологии. СПб: БИН РАН, 2000. С. 31-33.

3. Горбачёв Б.Н. Растительность и естественные кормовые угодья Ростовской области. Ростов-на-Дону: Ростовское книжное издательство, 1974. 152 с.

4. Федяева В.В. К истории создания степного заповедника в Ростовской области // Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении биоразнообразия: Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию Гос. природного заповедника «Ростовский». Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 2006. С. 397-403.

5. Красная книга Ростовской области. Растения и грибы. Издание 2-е. Т. 2. / Под ред. В.В. Федяевой. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. 344 с.

6. Приказ Минприроды Ростовской области от 22.12.2023 № 376 «Об утверждении Перечня объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Ростовской области и исключенных из нее». URL: https://минприродыро.рф/documents/active/284725/ (дата обращения: 26.01.2024).

7. Молодкин П.Ф. Равнины Нижнего Дона. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1980. 142 с.

8. Смагина Т.А., Хрусталёв Ю.П. Климат и агроклиматические ресурсы // Природные условия и естественные ресурсы Ростовской области. Ростов-на-Дону: Батайское книжное изд-во, 2002. С. 90-118.

9. Хрусталёв Ю.П., Василенко В.Н., Свисюк И.В., Панов В.Д., Ларионов Ю.А. Климат и агроклиматические ресурсы Ростовской области. Ростов-на-Дону: Батайское книжное изд-во, 2002. 184 с.

10. Садименко П.А. Почвы юго-восточных районов Ростовской области. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1966. 127 с.

11. Вальков В.Ф. Земельный фонд и почвенный покров // Природные условия и естественные ресурсы Ростовской области. Ростов-на-Дону: Батайское книжное изд-во, 2002. С. 171-225.

12. Сафронова И.Н. Проблемы проведения подзональных границ в европейских степях России // Степи Северной Евразии: Материалы V междунар. симпоз. Оренбург: ИПК «Газпромпечать», 2009. С. 100-102.

13. Карта растительности Ростовской области. 1:40000. М.: Главное управление геодезии и картографии, 1973. 2 л.

14. Камелин Р.В., Сытин А.К., Шишлова Ж.Н. Новый вид рода Astragalus (Fabaceae) с возвышенности Ергени (юго-восток европейской России) // Ботанический журнал. 2003. Т. 88. № 6. С. 114-119.

15. Приказ Минприроды России от 23.05.2023 № 320 «Об утверждении Перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации». URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307210008?index=4 (дата обращения: 26.01.2024).

УДК 631.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1411-1414

ВОССТАНОВЛЕНИЕ СВОЙСТВ ДЕГРАДИРОВАННЫХ СТЕПНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИЁМАМИ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ

RESTORATION OF THE PROPERTIES OF DEGRADED STEPPE CHERNOZEMS BY PHYTOMELIORATION TECHNIQUES

Хасанова Р.Ф.[1,2], Суюндуков Я.Т.[2], Семенова И.Н.[2]
Khasanova R.F.[1,2], Suyundukov Ya.T.[2], Semenova I.N.[2]

[1]Опытная станция «Уфимская» – обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия
[2]Сибайский институт (филиал) Уфимского университета науки и технологий, Сибай, Россия
[1]Ufa Experimental Station is a separate structural unit of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia
[2]Sibay Institute (branch) Ufa University of Science and Technology, Sibay, Russia

E-mail: rezeda78@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты исследований по восстановлению свойств степных черноземов Республики Башкортостан приемами фитомелиорации. Восстановление нарушенных степных экосистем предусматривает восстановление как естественной растительности, так и почв степей. Многолетние травы обеспечивают круговорот веществ, участвуют в формировании большого количества органического вещества, активизируют жизнедеятельность почвенной биоты и участвуют в формировании водопрочных почвенных агрегатов. Благодаря развитию мощной, разветвленной подземной фитомассы они оказывают противоэрозионную защиту гумусового горизонта от смыва и выдувания. Исследование посвящено изучению фитомелиоративной эффективности отдельных видов трав в восстановлении степных черноземов. Под посевами многолетних трав и под травами естественных сообществ происходит интенсивное восстановление гумуса, что тесно коррелирует с параметрами фитомассы растений. Создание агростепей на деградированных пастбищах и пашне при правильном подборе доз удобрений и технологий обработки почв, будет способствовать не только восстановлению естественной растительности, но и восстановлению свойств почв до уровня, близкого к целинной почве.
Ключевые слова: чернозем, фитомелиоранты, агростепи, плодородие почв.

Abstract. The paper presents the results of research on the restoration of the properties of steppe chernozems of the Republic of Bashkortostan by methods of phytomelioration. Restoration of disturbed steppe ecosystems involves the restoration of both natural vegetation and steppe soils. Perennial grasses provide a cycle of substances, participate in the formation of a large amount of organic matter, activate the vital activity of soil biota and participate in the formation of water-resistant soil aggregates. Due to the development of a powerful, branched underground phytomass, they provide anti-erosion protection of the humus horizon from flushing and blowing. The study is devoted to the study of the phytomeliorative effectiveness of certain types of herbs in the restoration of steppe chernozems. Intensive restoration of humus occurs under the crops of perennial grasses and under the grasses of natural communities, which closely correlates with the parameters of plant phytomass. The creation of agrosteps on degraded pastures and arable land, with the correct selection of fertilizer doses and soil treatment technologies, will contribute not only to the restoration of natural vegetation, but also to the restoration of soil properties to a level close to virgin soil.
Key words: chernozem, phytomeliorants, agrosteps, soil fertility.

Введение. В феврале 2023 года Государственная Дума приняла законопроект, где фитомелиорацию выделяют как самостоятельный вид мелиорации. Необходимость внесения поправок в Федеральный закон «О мелиорации земель» связана с возрастающей последние годы проблемой деградации сельскохозяйственных угодий – пастбищ и прогрессированием процессов опустынивания этих земель [1]. Фитомелиорация – это комплекс мероприятий по улучшению условий природной среды с помощью культивирования или поддержания естественных растительных сообществ [2, 3]. Среди фитомелиоративных мер наиболее приемлемы почвозащитные севообороты с многолетними травами, долговременное залужение эродированных почв, полосной сев трав на склонах, улучшение травостоя пастбищных угодий, размещенных, как правило, на крутых склонах и испытывающих высокие пастбищные нагрузки, создание кулис из высокостебельных растений, а также лесных полос поперек склона, которые позволяют управлять интенсивностью процесса эрозии [4].

При фитомелиорации происходит восстановление почвенный биоты посредством растений-мелиорантов. В процессе своей жизнедеятельности растение активирует деятельность почвенной биоты, что положительно отражается на плодородии почвы.

Республика Башкортостан входит в состав Приволжского федерального округа, расположена на Южном Урале. Сельскохозяйственное производство в республике размещено на большой территории, отличающаяся неоднородностью природных условий. Это связано с местоположением региона в центре материка и влиянием меридионально расположенных Уральских гор, а также с сильной расчлененностью рельефа. Территорию республики условно делят на шесть природно-сельскохозяйственных зон: северная лесостепь, северо-восточная лесостепь, южная лесостепь, предуральская степь, зауральская степь, горно-лесная зона. Природно-сельскохозяйственные зоны отличаются не только климатическими показателями, но и рельефом, растительностью и другими факторами, которые определяют особенности развития сельского хозяйства [5].

В целом, климат Башкортостана континентальный, с теплым летом и продолжительной холодной зимой. Почвенный фон характеризуется большим разнообразием типов и разновидностей: черноземы составляют 35%, серые лесные – 30%, остальная часть представлена дерново подзолистыми, аллювиальными и горными почвами.

В структуре земельного фонда земли сельскохозяйственного назначения составляют более 50%, земли лесного фонда около 40%. В структуре сельскохозяйственных угодий пашня составляет 50%, пастбища более 30%, сенокосы более 17% и менее 1% многолетние насаждения. В структуре посевных площадей наибольшую долю занимают зерновые культуры (60,9%), небольшая доля приходится на картофель и овощебахчевые культуры (1,9%), технические и кормовые культуры занимают по 14,7% и 22,5% соответственно [6].

Интенсивная эксплуатация сельскохозяйственных угодий республики сказывается на развитии эрозионных процессов. Более 25% почв являются эрозионно-опасными, более 23% подвержены водной эрозии, 7% – ветровой.

В работе приводятся результаты изучения эффективных фитомелиорантов для восстановления свойств черноземных почв в условиях наиболее засушливой Зауральской степной зоны.

В условиях Зауральской зоны длительное время применялись полевые севообороты с преобладанием яровых зерновых культур с использованием черного пара. Применение зернопаропропашных и зернопаровых севооборотов в сочетании с минеральными удобрениями и внесением навоза из расчета 5 т/га в год не обеспечивало баланс органического вещества почвы. Исследованиями выявлено, что введение в состав севооборота только одного поля трав способствует восполнению почв гумусом, а применение трав в течение 2-3 лет приводит к восстановлению комплекса ее свойств и повышению плодородия.

Установлено, что возделывании бобово-злаковых смесей в севооборотах, например, чины или гороха с суданской травой, способствует улучшению свойств почвы и повышению продуктивности. Использование сидеральных культур (горох, донник, горчица, рапс) в севообороте положительно сказывается на агрохимических свойствах почвы, способствует улучшению фитосанитарного состояния сельскохозяйственного угодья, уменьшает риск развития эрозионных процессов и способствует сохранению влаги [4].

Материалы и методы. Проведено сравнительное изучение наиболее распространенных видов сеяных злаковых и бобовых трав (кострец безостый (*Bromopsis inermis* Leys.), эспарцет сибирский (*Onobrychis sibirica* Turcz. ex Grossh*.)*, козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.), люцерна синегибридная (посевная) (*Medicago sativa* L.), донник желтый (*Melilotus officinalis* L.). Возраст полей составлял от 4 до 6 лет. В качестве контроля изучались почвы под видами трав из естественных степей (пастбище) (типчак (*Festuca pseudovina* L.), житняк гребневидный (*Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* L.)., а также под зерновыми культурами (яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), озимая рожь (*Secale ceriale* L.).

Результаты исследований и их обсуждение. Фитомелиоративная эффективность разных трав обусловливается формированием надземной и подземной фитомассы. Биологическая продуктивность агроценозов снижается в градиенте север-юг от чернозема выщелоченного к обыкновенному и южному. Это объясняется закономерным снижением естественного плодородия зональных почв, а также ухудшением условий увлажнения в этом направлении. Максимальные величины надземной фитомассы отмечены у сеяных трав, которые снижаются в ряду: козлятник, люцерна, донник, кострец и эспарцет. Среди видов естественных

сообществ самой большой фитомассой обладал пырей ползучий, самой низкой – типчак. У степных трав отмечена большая доля подстилки.

Наибольшая корневая масса на всех подтипах чернозема отмечена под травами естественной степи, наименьшая – у зерновых культур. Доля фитомассы в слое 0-5 см от общей корневой массы слоя 0-30 см составляет у злаков естественной степи 77%, у сеяных трав – 69%. Сосредоточение основной корневой массы в поверхностных слоях, создавая мощный каркас, обусловливает высокую эрозионную устойчивость почвы под многолетними травами особенно под злаковыми.

В улучшении физического статуса почвы особая роль принадлежит структурно-агрегатному состоянию. Многолетние сеяные травы способствуют существенному повышению содержания агрономически ценных агрегатов и их водопрочности, почти достигающего уровня целинных почв естественных степей. Результаты сухого просеивания показали, что в слое 0-30 см содержание агрономически ценных агрегатов в целом высокое (75-77%). Наиболее эффективными фитомелиорантами, способствующими оптимизации структурного состояния и в целом агрофизических свойств почв оказались кострец безостый, козлятник восточный и донник белый.

Состав растительности сказывается на формировании цианобактериально-водорослевых ценозов (ЦВЦ) в почве. Являясь обязательным компонентом почвенной биоты, ЦВЦ также участвуют в процессах почвообразования. Фитомелиоративная эффективность ЦВЦ определяется накоплением ими биологической массы, которая под травами достигает боле 10 кг на 1га [7]. Всего под фитомелиорантами исследованиями выявлены 24 вида азотфиксирующих цианобактерий: 18 видов под многолетними бобовыми растениями, 13 видов – под злаковыми. Наибольшее видовое разнообразие ЦВЦ свидетельствует о том, что под бобовыми растениями складываются более благоприятные условия для обильного развития ЦВЦ.

Фитомелиоративная эффективность трав непосредственно обусловливается деятельностью почвенной биоты. Под разными растительными сообществами формируется своя специфическая микросреда. Расчет интегрального показателя биологического состояния (ИПБС) выявил снижение показателей биологической активности на пахотных почвах на 19,3%, по сравнению травами естественных угодий, где показатель ИПБС составляет 80%. Это свидетельствует о нарушении информационных, биохимических, физико-химических, химических и целостных экосистемных функций в почве под зерновыми культурами. Под посевами многолетних трав показатель ИПБС повышается на 10% и достигает 69%, что свидетельствует о нарушении только информационных экосистемных функций почвы [8].

Наиболее эффективным и ускоренным направлением являются искусственно созданные растительные сообщества «агростепей», созданные по методу Д.С. Дзыбова [9]. При этом методе на восстанавливаемом участке происходит очень быстрое восстановление растительного покрова в том обилии видов, каким оно было в естественном целинном ценозе. Полевые опыты с агростепями, заложенные нами на различных угодьях, показали, что на 3-4-й год после высева сено-семенной смеси в составе травостоя присутствуют основные виды степной флоры, которые к 10-му году включают более 80% трав, которые были представлены в исходном ценофонде. Кроме того, по продуктивности и накоплению корневой фитомассы, а на 18-й год и по видовому составу растительного сообщества и основным параметрам плодородия почвы агростепь была сопоставима с целиной [10, 11].

Заключение. Таким образом, землепользование на основе фитомелиорации способствует восстановлению агрофизических свойств, гумуса и позволяет обеспечить противоэрозионную устойчивость почв агроэкосистем.

Список литературы

1. О внесении изменений в Федеральный закон «О мелиорации земель» и отдельные законодательные акты Российской Федерации. Офиц. сайт. URL: https://sozd.duma.gov.ru/bill/212731-8 (дата обращения: 19.02.2024).

2. Игнатова Г.А., Фитомелиоранты и их применение // Вестник аграрной науки. 2018. Вып. 4 (73). С. 25-28.

3. Хасанова Р.Ф., Суюндуков Я.Т., Суюндукова М.Б. Сравнительная оценка фитомелиоративной эффективности многолетних трав на черноземах Зауралья Республики Башкортостан // Почвоведение. 2010. № 1. С. 116-122.

4. Суюндуков Я.Т. Экология пахотных почв Зауралья Республики Башкортостан / Под ред. чл.-корр. АН РБ Ф.Х. Хазиева. Уфа: Гилем, 2001. 256 с.

5. Почвы Башкортостана. Т. 1: Эколого-генетическая и агропроизводственная характеристика. Уфа: Гилем, 1995. 384 с.

6. Доклад о состоянии и использовании земель в Республике Башкортостан (2020 год). Офиц. сайт. URL: https://rosreestr.gov.ru/upload/to/respublika-bashkortostan/GZK/!%D0%BD%D0%B0%D1%86%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%202020.pdf. (дата обращения: 19.02.2024).

7. Сафиуллина Р.Р., Аблаева А.Р., Дубовик И.Е., Хасанова Р.Ф. Видовое разнообразие почвенных цианобактерий и водорослей под некоторыми представителями семейства Fabaceae, Poaceae в черноземе обыкновенном Зауралья Республики Башкортостан // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 12. С. 349-351.

8. Суюндуков Я.Т., Хасанова Р.Ф. Агроэкологический анализ структурного состояния и оптимизация свойств черноземов Зауралья при фитомелиорации / Под ред. Б.М. Миркина. Уфа: Изд-во «Гилем», 2016. 240 с.

9. Дзыбов Д.С. Агростепи: монография. Ставрополь: АГРУС, 2010. 256 с.

10. Суюндуков Я.Т., Хасанова Р.Ф., Сальманова Э.Ф., Абдуллин М.Р. Повышение устойчивости агроэкосистем степного Зауралья республики Башкортостан приемами фитомелиорации // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1. 244

11. Суюндуков Я.Т., Суюндукова М.Б., Хасанова Р.Ф. Возможности восстановления деградированных почв степной зоны средствами фитомелиорации (на примере Башкирского Зауралья) // Степная Евразия – устойчивое развитие: Сб. материалов междунар. форума. Ростов н/Д, 2022. С. 84-85.

УДК 502.35 (502.48)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1415-1419

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МОДЕРНИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

CURRENT ISSUES RELATED TO MODERNIZATION OF REGIONAL TERRITORIAL NATURE PROTECTION SYSTEMS

Холоденко А.В.[1], Горбова П.С.[2]
Kholodenko A.V.[1], Gorbova P.S.[2]

ФГАОУ ВО Волгоградский государственный университет, Волгоград, Россия
Volgograd State University, Volgograd, Russia

E-mail: [1]kholodenko@volsu.ru, [2]gorbova.polina@mail.ru

Аннотация. В работе представлен анализ ключевых факторов, влияющих на организацию, функционирование и эффективность системы региональных особо охраняемых природных территорий. Приведено сравнение подходов различных авторов к вопросу оптимальной площади степных и лесостепных охраняемых территорий. Обозначены направления модернизации систем региональных особо охраняемых природных территорий, которая должна начаться с актуализации задач и функций, выполняемых данными территориями, включая анализ их иерархии и показателей выполнения. Показано, что общая площадь и пространственное расположение ООПТ в Волгоградской области хоть и охватывает эталонные экосистемы, интразональные ландшафты и уникальные природные объекты, в целом не способствует сохранению зональных ландшафтов. При этом интенсификация хозяйственной деятельности вкупе с аридизацией климата ставит вопрос о дальнейшем существовании степей. Современная система ООПТ Волгоградской области, не имея в составе строгих резерватов, не справляется с задачами по поддержанию экологической устойчивости региона, что требует скорейшего пересмотра подходов к управлению охраняемыми территориями и создания, в числе прочего, перечня перспективных участков для включения в систему ООПТ с целью укрепления вещественно-энергетических потоков внутри экологического каркаса.

Ключевые слова: система ООПТ, экологический каркас, природный каркас, территориальная охрана природы, устойчивое развитие.

Abstract. The article presents an analysis of the key factors influencing the organization, functioning and effectiveness of the system of regional protected natural areas. A comparison of the approaches of various authors to the issue of the optimal area of steppe and forest-steppe protected areas is presented. The directions for modernizing the systems of regional specially protected natural areas are outlined, which should begin with updating the tasks and functions performed by these territories, including an analysis of their hierarchy and performance indicators. It is shown that the total area and spatial location of protected areas in the Volgograd region, although it covers reference ecosystems, intrazonal landscapes and unique natural objects, generally does not contribute to the conservation of zonal landscapes. At the same time, the intensification of economic activity, coupled with climate aridization, raises the question of the further existence of the steppes. The modern system of protected areas in the Volgograd region, not having strict reserves, does not cope with the tasks of maintaining the environmental sustainability of the region, which requires a revision of approaches to the management of protected areas and the creation, among other things, of a list of promising areas for inclusion in the system of protected areas in order to strengthen material and energy flows within the ecological framework.

Key words: system of protected areas, ecological framework, natural framework, territorial nature protection, sustainable development.

Введение. Система особо охраняемых природных территорий – это такое сочетание охраняемых территорий, которое обеспечивает поддержание экологического равновесия в пределах крупного региона [1]. Системы ООПТ – необходимый элемент экологического каркаса, представляющего собой ранжированные по экологическому значению взаимосвязанные участки естественных природно-территориальных комплексов, а также природно-антропогенных и антропогенных систем. Взаимосвязь и непрерывность ландшафтов создают условия для поддержания устойчивости экосистем необозримо долгое время при наличии антропогенной нагрузки. Ядрами экологических каркасов являются, собственно, особо охраняемые природные территории, которые связаны между собой экологическими коридорами.

Актуальной проблемой организации и функционирования региональных систем ООПТ является необходимость вписывать задачи по охране природы в планы по социально-

экономическому развитию в пределах ограниченных территорий, стараясь достигнуть максимальной ландшафтной репрезентативности. Особое значение данная дилемма имеет в максимально освоенных степной и лесостепной зонах, где довольно сложно предъявлять повышенные требования к заповеданию. Акцентными вопросами являются форма и пространственное распределение ООПТ, а также минимально эффективная площадь одной ООПТ и их совокупности в зональном и региональном аспектах. Региональные ООПТ нуждаются в оптимизации соотношения экстенсивного хозяйствования и охраны ландшафтов с приоритетным принципом невмешательства. Параллельно необходим анализ влияния «внешней» среды на ООПТ в условиях их дробной структуры при слабых вещественно-энергетических связях.

Материалы и методы. Теоретическими вопросами определения минимального размера ООПТ занимались различные авторы. К.П. Филонов утверждает, что для степной и лесостепной зон размер ООПТ должен составлять минимум 20 тысяч гектар. По данным Ф. Бурльера минимальная площадь для биогеоценозов в климаксной стадии – 100 тысяч гектар [2]. По мнению Н.Ф. Реймерса и Ф.Р. Штильмарка [3], минимальный размер для степей – не менее 10 тыс.га. При этом утверждается, что необходимо сохранить 35-40% естественных экосистем в степной зоне, но с оговоркой, что местами допустима распашка до 80%. Согласно М. Хуперу, минимальный размер ООПТ, ставящий целью сохранение разнообразия фитоценозов, равняется 32 га [4]. При рассмотрении регионального подхода варианты также разнятся: 8% территории по версии А.А. Тишкова [5]. Ю.Г. Пузаченко и Н.Н. Дроздова установили общий норматив ООПТ в 4-5% от площади региона [6]. Решением Всемирного конгресса национальных парков в Каракасе в 1992 году установлено минимальное значение – 10% [7].

Согласно теории островной биогеографии МакАртура и Уилсона [8], для сохранения какого-либо одного вида целесообразно создавать крупную целостную ООПТ, но если задача сохранить множество видов и мозаичные сообщества, то эффективней будет кластерная (островная) система. Также кластеры – вынужденная мера в условиях тотальной антропогенной трансформации степей. Однако стоит заметить: чем меньше кластеры, тем больше вокруг них антропогенно-преобразованных ландшафтов, тем больше внешнее давление на охраняемую зону и меньше способность к саморегуляции. Таким образом, чрезмерное дробление ООПТ с большой долей вероятности повышает уязвимость природоохранных зон.

Другая проблема современного управления ООПТ, требующая нестандартных решений – нарушение принципа невмешательства в функционирование естественных экосистем и превращение федеральных и региональных ООПТ в коммерческие организации, выживающие за счет рекреационной и туристической деятельности. Среди задач государственной программы «Охрана окружающей среды» (период реализации 2012-2030 гг.) [9]: создание условий для экологического туризма. Показателем достижения цели является: количество посетителей особо охраняемых природных территорий, нарастающим итогом. В национальном проекте «Экология» [10] также одним из основных приоритетов обозначено: количество посетителей особо охраняемых природных территорий, нарастающим итогом. Наращивание посещаемости – это мнимый маркер развития ООПТ, который может подорвать основы сохранения природы, заложенные более века назад. Тезис о необходимости развития туристической деятельности на территории природных парков является весьма дискуссионным. Одна из функций данной категории ООПТ подразумевает экологический туризм. Но рекреация не должна быть фундаментом существования ООПТ и критерием эффективности ее функционирования. Совершенно очевидно, что стремление к достижению показателей путем наращивания туристических мощностей будет сопровождаться резким падением природоохранной эффективности и ростом экологических проблем (замусоривание, эрозия, дигрессия, пожары).

В природных парках делается упор на сохранение традиционной экстенсивной хозяйственной деятельности с целью гармонизации отношений коренного населения и естественных ландшафтов. Действительно, степи давно эволюционируют в условиях активного природопользования (распашки, сенокошения, выпаса скота и т.д.). Традиционное сельское хозяйство – это фактор, определяющий трансформацию ландшафтов на протяжении 10-14 тысяч лет с момента неолитической революции, и не учитывать его невозможно. При должной осмотрительности традиционное хозяйство не разрушает коренные ландшафты, а даже поддерживает их устойчивость. Однако проблема заключается в том, что аграрное дело в степных районах уже давно интенсифицировано, в том числе на территории ООПТ. Использование средств химизации сельского хозяйства, тяжелой агротехники, периодический

перевыпас скота и незаконное сенокошение на склонах способны окончательно подорвать хрупкие экосистемы, меняющиеся в условиях растущей аридизации климата.

Одним из принципов формирования экологического каркаса территории является принцип сохранения естественных процессов [11]. Данный принцип учитывает динамику экосистем, в частности сукцессионные процессы, которые являются закономерной реакцией биоценозов на изменения условий среды, в том числе климатические флуктуации. Чрезмерное стремление к сохранению экосистем в «первозданном» виде чревато нарушением одного из базовых законов экологии, сформулированных Б. Коммонером: «природа знает лучше». Экосистемы невозможно законсервировать, поскольку эволюционные процессы неостановимы и необратимы. Поэтому такие процессы как реакклиматизация видов, реконструкция местообитаний, регуляция численности популяций диких видов и т.п. должны быть строго просчитаны и научно обоснованы экспертным сообществом.

Результаты и обсуждение. Авторами был проведен анализ системы ООПТ Волгоградской области и выявлены ее «слабые» места с целью дальнейшей разработки путей модернизации и оптимизации системы для повышения природоохранной эффективности.

Волгоградская область занимает площадь 112,9 тыс. км² (78% составляют земли сельскохозяйственного назначения) [12]. На территории области функционирует 54 особо охраняемые природные территории, в том числе: 7 природных парков, 8 государственных природных заказников (преимущественно охотничьих), 18 памятников природы (флористических и геологических), 18 особо ценных территорий, 1 охраняемый ландшафт и 1 ООПТ местного значения, 1 ботанический сад. Общая площадь ООПТ на текущий момент составляет 997, 6 тыс. га (8,8% от площади области) *(таблица 1)*.

Таблица 1

Система ООПТ Волгоградской области на 2022 г. (составлено авторами по [13])

Категория ООПТ	Количество	Площадь, га	Доля от общей площади по категориям, %	Доля от общего количества региональных ООПТ, %
Природный парк	7	711656	71,3	13
Государственный природный заказник	8	225990	22,7	15
Памятник природы	18	3347	0,3	33
Территории, представляющие особую ценность для сохранения объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Волгоградской области	18	26414	2,7	33
Охраняемые ландшафты	2	599	0,06	4
Дендрологические парки и ботанические сады	1	0,64	0,00006	2

На протяжении ряда лет (2010-2020) доля ООПТ от площади региона остается стабильной (около 9%) [14]. Однако это не соответствует минимальным критериям, которые позволяют говорить об успешном поддержании экологической устойчивости и вещественно-энергетического баланса между природными и природно-антропогенными системами. В Волгоградской области нет ООПТ федерального значения: заповедников и национальных парков. Из-за высокой степени освоенности территории развитие строгой заповедной системы невозможно, однако у некоторых природных парков есть реальный потенциал для трансформации в национальный парк (например, у Нижнехоперского и Усть-Медведицкого природных парков, которые могли бы стать кластерами единого национального парка).

ООПТ распределены по территории области неравномерно. Наибольшая плотность охраняемых территорий и отдельных объектов наблюдается при движении с северо-запада на юго-восток, а также на северо-востоке [15]. Центральная часть региона практически не охвачена

системой ООПТ, что существенно ограничивает биогеохимические отношения между ядрами экологического каркаса.

Формирование сети ООПТ в регионе происходило в некотором роде стихийно [14, 16]. Особое внимание уделялось уникальным природным объектам, но зачастую упускалась из виду необходимость охраны зональных сообществ. При организации природных парков упор делался на форму, а не содержание – большие площади, но не обилие сообществ и местообитаний. Это привело к тому, что множество населенных пунктов оказались в зоне ограниченной хозяйственной деятельности, что спровоцировало социальную напряженность и привело к смягчающим поправкам в ФЗ №33 «Об особо охраняемых природных территориях» [17], разрешающим оборот земельных участков и осуществление фонового природопользования. Негативные последствия данного решения для деятельности природного парка «Нижнехоперский» рассчитаны авторами по состоянию на 2021 год [18], и в настоящее время, вероятно, обострились.

Часть охраняемых территорий теряет свою природоохранную значимость по естественным причинам. Д.А. Солодовниковым, С.С. Шинкаренко, Д.А. Семеновой и Н.В. Шиловой [19] был предложен новый термин «ООПТ-фантом», применимый для охраняемой территории, которая в результате деградации биогеоценоза больше неспособна выполнять природоохранные функции, однако имеет официальный статус ООПТ. Авторами такого рода объектом признается охраняемый ландшафт «Свиродовские озера», расположенный на территории Суровикинского района Волгоградской области. Причина утраты природоохранной ценности – ксерофитизация поймы и пересыхание озер, которые раньше служили стацией для околоводных и водоплавающих птиц.

Выводы. Одной из важных проблем территориальной охраны природы в регионе видится слабая проработка перечня потенциальных ООПТ, сокращение шансов на дальнейшее расширение и развитие экологического каркаса в связи с высокой хозяйственной освоенностью ландшафтов. Таким образом, неизвестны возможности расширения сети ООПТ.

ООПТ Волгоградской области представляют собой фрагментированную систему с автономно существующими ядрами, которая при современном уровне производства не способна поддерживать экологический баланс области. Необходимы детальные исследования структурно-функциональной организации экологического каркаса в условиях текущих социально-экономических реалий, поиск возможностей и перспектив повышения его эффективности.

Дальнейшие исследования в данном направлении необходимы для разработки эффективной стратегии решения проблем по поддержанию устойчивости среды на региональном уровне. Оптимальное сочетания научных и практических экоориентированных подходов к планированию и управлению территориальной охраной природы – залог успешного управления антропогенными нагрузками на всей территории Волгоградской области.

Список литературы

1. Реймерс, Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. Москва: Мысль, 1990. 637 с.

2. Теория и практика заповедного дела: сборник научных трудов / ответственный ред. акад. В.Е. Соколов. М., 1993. 221 с.

3. Реймерс, Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. 295 с.

4. Hooper, M. D. The size and surroundings of nature reserves. Sci. Manag. Anim. Plant. Communit. Conserv. Oxford. 1971.

5. Тишков А.А. Формирование регионального природоохранного каркаса как основа устойчивого развития // Проблемы сохранения разнообразия природы степных и лесостепных регионов: Материалы науч.конф. в центральном Черноземном заповеднике. М., 1995. С. 241-242.

6. Пузаченко Ю.Г., Дроздова Н.Н. Площадь охраняемых природных территорий // Итоги и перспективы заповедного дела в СССР. М., 1986. С. 72-109.

7. Черных Д.В. Локальные системы особо охраняемых природных территорий: реалии и перспективы: монография. Рос. акад. наук, Сиб.отд-ние, Ин-т водн. и экол. проблем. Новосибирск: Изд-во СОРАН, 2008. 88 с.

8. MacArthur R.H., Wilson E.O. The Theory of Islands Biogeography. Princeton, NewJersey: PrincetonUniversityPress, 1967. 265 p.

9. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды»: Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 года N 326 (с изменениями на 3 августа 2023 года) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: https://docs.cntd.ru/document/499091755 (дата обращения: 15.10.2023).

10. Паспорт национального проекта «Экология» // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. URL: https://www.mnr.gov.ru/activity/np_ecology/ (дата обращения: 15.10.2023).

11. Воропаева, Т. В. Методологические особенности проектирования экологического каркаса территории // Ученые записки Забайкальского государственного гуманитарно-педагогического университета им. Н.Г. Чернышевского. 2011. № 1(36). С. 49-55.

12. Доклад «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2022 году» / Ред. колл.: Е.П. Православнова [и др.]; комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. Волгоград: «ТЕМПОРА», 2023. 300 с.

13. Перечни особо охраняемых природных территорий // Комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. URL: https://oblkompriroda.volgograd.ru/other/protected/6051/ (датаобращения: 14.10.2023).

14. Tubalov A.A., Grechishkin A.O., Kholodenko A.V. Ecospatial analysis of the network formation of specially protected natural areas and prospects for its development in the Volgo-grad region // International Multidisciplinary Scientific Geo Conference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 2020-August (5.1). P. 283-290. DOI: 202010.5593/sgem2020/5.1/s20.036.

15. Карта схема ООПТ регионального и местного значения Волгоградской области // Комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. URL: https://oblkompriroda.volgograd.ru/other/protected/16970/(дата обращения: 10.10.2023).

16. Брылев В.А., Рябинина Н.О. Ландшафтно-экологический каркас Волгоградской области // Вопросы степеведения. 2000. № 2. С. 119-124.

17. Федеральный закон от 14 марта 1995 г. N 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» (с изменениями и дополнениями) // Собрание законодательства Российской Федерации. 1995. №12. ст. 1024.

18. Холоденко А.В., Горбова П.С. Оценка экологических последствий изменения пространственной организации природного парка «Нижнехоперский» Волгоградской области // Природные системы и ресурсы. 2021. Т. 11. № 2. С. 27-34.

19. Солодовников Д.А., Шинкаренко С.С., Семенова Д.А., Шилова Н.В. «ООПТ-фантомы» Юга Европейской России: проблемы функционирования // Природные системы и ресурсы. 2022. Т. 12. № 1. С. 77-85.

УДК 631.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1420-1428

АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АГРОПРОИЗВОДСТВА В СТЕПНЫХ РЕГИОНАХ

ADAPTIVE LANDSCAPE FARMING SYSTEMS AS A BASIS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL PRODUCTION IN STEPPE REGIONS

Хомяков Д.М.
Khomiakov D.M.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», Москва, Россия
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

E-mail: khom@bk.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности динамики климатических параметров в связи с глобальными изменениями и дан прогноз их возможного воздействия на устойчивость и эффективность АПК РФ. Проанализирована история создания системы мероприятий по защите посевов от засухи и суховеев, а почв от водной и ветровой эрозии, способствующая повышению урожаев. Показаны роль и место в этом землеустройства и лесомелиорации агроландшафтов. Развития сельского хозяйства невозможно без создания и поддержания оптимальной структуры природно-территориальных комплексов регионального уровня, включая земли сельскохозяйственного назначения.

Обосновывается необходимость создания для степных регионов страны Государственной программы по борьбе с опустыниванием, предусматривающей восстановление природно-ресурсного потенциала, использование почвозащитных агротехнологий.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, агролесомелиорация, почва, цели устойчивого развития, засуха, суховеи, пространственное развитие.

Abstract. The features of the dynamics of climatic parameters in connection with global changes are considered and a forecast of their possible impact on the stability and efficiency of the agroindustrial complex of the Russian Federation is given. The history of the creation of a system of measures to protect crops from drought and dry weather, and soils from water and wind erosion, contributing to an increase in yields, is analyzed. The role and place of land management and forest reclamation of agricultural landscapes in this are shown. The development of agriculture is impossible without the creation and maintenance of an optimal structure of natural and territorial complexes at the regional level, including agricultural land.

The necessity of creating a State program for combating desertification for the steppe regions of the country, providing for the restoration of natural resource potential, the use of soil-protective agrotechnologies, is substantiated.

Key words: food security, agroforestry, soil, sustainable development goals, drought, dry winds, spatial development.

Введение. Необходимость принятия мер по устранению последствий изменения климата для агропродовольственных систем становится все более очевидной [1, 2]. Они должны стать более устойчивыми к текущим и будущим последствиям изменения климата. Обеспечить это сможет внедрение передовых методов и инновационных решений по адаптации – смягчению и уменьшения последствий глобальных изменений, основанных на историческом опыте.

По оценке Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) в 2020-2022 годах в 54 странах с крупнейшими экономиками увеличение финансовой поддержки производителей и потребителей сельскохозяйственной продукции не смогло компенсировать рост цен на продовольственные товары на фоне нарушения производственных процессов вследствие климатических изменений. Политику поддержки сельского хозяйства (ровно, как и других отраслей) необходимо реформировать, поскольку она не должна препятствовать достижению глобальных климатических целей [3].

«Перечень поручений по итогам запуска племенного центра по воспроизводству индейки в Тюменской области» (утв. Президентом РФ 21.11.2022 г.): в нем Правительству РФ предписано принять меры по корректировке Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 года в целях обеспечения среднегодового темпа роста объемов производства продукции АПК на уровне не менее 3% в год, обратив внимание на необходимость

оценки развития ключевых сегментов АПК, включая анализ влияния факторов производства основных видов продукции.

В настоящее время Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 года, утвержденная Распоряжением Правительства РФ от 08.09.2022 № 2567-р (ред. от 23.11.2023), предполагает совершенствование мелиоративно-водохозяйственного комплекса и решение ряда задач: повышение эффективности сельскохозяйственного производства и продовольственной безопасности РФ; поддержание благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала, особенно в части сохранения и повышения плодородия почв.

Результаты исследований. Сведение лесов и расширение площади запашки, способствовали появлению первых признаков деградации черноземов в зоне степей России. Еще в 1842 году правительством было определено, что неурожаи повторяются через каждые 6-7 лет, продолжаясь по два года кряду. Участились сильные засухи: 1873, 1875, 1880 и 1883 годов [4, 5]. Рациональное природопользование в сельском хозяйстве всегда начинается с рациональной организации территории.

Обычно засуху определяют, как продолжительный и значительный недостаток осадков, чаще при повышенной температуре и пониженной влажности воздуха. К середине прошлого века уже было научно доказано, что в системе мероприятий по защите посевов от засух и суховеев, а почв от водной и ветровой эрозии, повышению урожаев, важнейшее место принадлежит землеустройству и лесомелиорации агроландшафтов. Из всех видов лесных насаждений наибольшее влияние на агрометеорологические условия оказывают полезащитные лесные полосы [6-14 и др.].

Тем не менее, засуха в 1946 года, охватившая более 50% посевных площадей Советского Союза (Украину, Северный Кавказ, Черноземье, Поволжье, юг Западной Сибири, Казахстан) привела к голоду 1947 года, унёсшего жизни более 500 тыс. человек. Советом Министров СССР и ЦК ВКП(б) 20.10.1948 г. было принято Постановление «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоёмов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР». Главной целью была борьба с засухой и опустыниванием земель в степных и прилегающих к ним районах, преодоление эрозии почв, предотвращение песчаных и пыльных бурь.

Проект на 1949-1965 годы, предусматривал создание 8 крупных государственных лесных полос в степных и лесостепных районах общей протяжённостью 5320 км, расположенных вдоль пойм и водоразделов крупных рек (Волга, Днепр, Дон, Урал, Северный Донец и др.). При общей площади лесопосадок 118 тыс. га они должны были стать мощным заслоном на пути движения суховейных ветров из Центральной Азии и прикаспийских пустынь и обеспечить защиту основных зерновых районов. Планировалось создать сеть полезащитных лесных насаждений, охватывающих территорию до 120 млн га. Две трети объёма посадок занимал дуб. Лесные полосы должны были покрыть 7-8% всей сельскохозяйственной территории СССР.

Для предотвращения процессов опустынивания было запланировано облесение и закрепление песков в Астраханской, Грозненской и Сталинградской областях, Ставропольском крае (географические наименования регионов приводятся согласно существовавшим в данное время). Эту территорию можно использовать под пастбища с травостоем из засухоустойчивых культур. Ставилась задача увеличения площади лесов в Ростовской области с 122 до 745 тыс. га, в Сталинградской – с 345 до 896 тыс. га, в Астраханской – с 80 до 245 тыс. га. Всего в течение 15 лет должны быть высажены 10-12 млн гектаров леса.

В 1950-1951 годах началось строительство мощных гидроэлектростанций (ГЭС), судоходных каналов, новых оросительных и обводнительных систем. За 15 лет планировалось построить свыше 44 тыс. прудов и водоемов, 5 гигантских оросительных систем, способных мелиорировать 28 млн га суши. Общая мощность гидроэлектростанций составила 4 млн кВт. Куйбышевская (ныне Жигулёвская) и Сталинградская (ныне Волжская) ГЭС на период строительства были крупнейшими по мощности в мире.

Для устойчивости урожаев планировалось внедрить в агропроизводство травопольную систему земледелия, где часть пашни в севооборотах засевалась многолетними бобовыми и мятликовыми травами. Они служили кормовой базой животноводства и естественным средством восстановления плодородия почв, препятствовали развитию эрозионных процессов. Использовали влагосберегающие приемы обработки и содержания почвы: чёрные пары, зябь и

лущения стерни; система органических и минеральных удобрений; посев элитных семян высокоурожайных сортов, адаптированных к местным почвенно-климатическим условиям.

Разработанный квадратно-гнездовой способ посева леса снизил трудоёмкостью операций. Посадка дубов осуществлялась группами (гнёздами), обеспечивая всходам необходимую защиту от сорняков и конкурентов. Проект курировала АН СССР, а исполняли научные организации, а так же 80 тыс. колхозов, 2 тыс. совхозов, 3 тыс. МТС и более 350 вновь созданных лесозащитных станций.

За 5 лет было высажено более 2,3 млн га леса, обеспечен экологический каркас из лесополос с включением в них 10-15% плодово-ягодных деревьев и кустарников (смородины, облепихи, вишни и других), склоны балок и оврагов, берега водоёмов обсажены деревьями и кустарниками. Появилось свыше 13 тыс. прудов и водоемов, заготовлено 6000 тонн семян древесных и кустарниковых пород.

С 1948 по 1953 годы в стране посадили леса в 2,5 раза больше, чем за предыдущие 25 лет. Осуществляемые мероприятия привели к росту урожайности зерновых на 25-30%, овощей – на 50-75%, трав – на 100-200% по сравнению с урожаями на незащищенных полях. Удалось создать кормовую базу для развития животноводства. Производство мяса и сала в 1951 году по сравнению с 1948 годом возросло на 80%, в том числе свинины – на 100%, производство молока – на 65%, яиц – на 240%, шерсти – на 50%.

В полном объеме, план, рассчитанный до 1965 года, реализован не был - программу свернули. Лесные полосы начали вырубать, несколько тысяч прудов и водоёмов были заброшены, созданные лесозащитные станции ликвидированы. Пленум ЦК КПСС 02.03.1954 принял Постановление «О дальнейшем увеличении производства зерна в стране и об освоении целинных и залежных земель». Госпланом СССР было намечено распахать в Казахстане, Сибири, Поволжье, на Урале и в других районах страны не менее 43 млн га целинных и залежных земель.

Казахстан шел в числе первых по объемам намечаемых работ. В республике в 1954-1955 годах нужно было вновь освоить 6,4 млн га. Только весной 1954 года было вспахано 1545 тыс. га целинных и залежных земель. А уже в 1962-1963 годы сотни тысяч тонн вспаханной в Казахстане почвы были подняты в воздух сильным ветром. Начались масштабные пыльные бури. В стране разразился продовольственный кризис. СССР впервые после войны закупил за границей около 13 млн тонн зерна пшеницы, продав из государственных резервов 600 тонн золота.

В период 1954-1959 годов по РСФСР введено 14,9 млн га в теплых и сухих регионах с нестабильным увлажнением, а выведено из оборота 13,1 млн га, преимущественно, в Нечерноземной зоне. Включение в состав пахотных угодий склоновых, засоленных земель и площадей, нуждающихся в комплексной мелиорации, привело к неэффективному использованию материальных и финансовых ресурсов, а также труда земледельцев, ухудшило региональную экологическую ситуацию, не дало возможности реализовать ожидаемые результаты от внедрения различных факторов интенсификации земледелия. Ранее произошел полный отказ от травопольной системы земледелия.

В 1967 году, в период сильной засухи, было отмечено, что меньше всего от неё и сопутствующих суховеев пострадали регионы с лесоаграрными ландшафтами. В летний период лесные полосы снижают скорость ветра, понижают температуру почвы в самой полосе и в межполосном пространстве, способствует большей устойчивости и продуктивности посевов.

В зимнее время в них происходит накоплению снега, утепляющего почву, уменьшается скорость ветра и тем самым снижается вертикальный обмен приземного слоя воздуха с атмосферой. Наряду с трансформацией ветрового потока под влиянием лесных полос происходит изменение других агрометеорологических показателей: в жаркие дневные часы (12-15 часов) относительная влажность воздуха под защитой полос повышается на 1,5-3%, в суховейную погоду на полях с сельскохозяйственными культурами она может повышаться на 10-15%.

Испарение на межполосных полях в засушливой степи снижается до 30-40%. В системе полос непродуктивное испарение с полей снижается на 10-15%. Вследствие этого ускоряется рост и развитие растений, устраняется опасность завязания и запала зерна сельскохозяйственных культур, эффективно используются ресурсы влаги, снижается коэффициент транспирации. Полезащитные лесные полосы оказывают значительное влияние на отложение и распределение снега, промерзание и оттаивание почвы, ее водно-физические свойства: сохраняя выпадающие

твердые осадки с небольшим перераспределением в пределах защищенных полей, создавая дополнительное увлажнение в период весеннего снеготаяния. Наблюдается увеличение твердых осадков в 1,3, а на приполосных зонах в 1,6-4,4 раза больше, чем на открытых полях. Промерзание почвы зимой на защищенной полосами территории меньше, чем без них. Это положительно сказывается на перезимовке озимых культур [6-14 и др.].

Снижение доли чистых черных паров до 7-9 млн га (или 5,7-7,5% пашни) в 70-е годы прошлого века, было так же вынужденной экстренной мерой, препятствующей интенсивному развитию водной и ветровой эрозии в сложный по погодно-климатическим условиям период. Прокатившаяся волна сильных пыльных бурь это отчетливо продемонстрировала. Защита почв, как тогда говорили, вновь «стала всенародным делом». Отметим Постановление ЦК КПСС, Совмина СССР от 20.03.1967 № 236 «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии» (в этот документ вносились дополнения и изменения вплоть до 1989 г.), а также Постановление Совмина СССР от 13.10.1975 г. № 884 «О мерах по улучшению организации работ по защите почв от ветровой и водной эрозии». Начиная с 50-х годов, изучались и внедрялись почвозащитные технологии: «нулевой», «минимальной», «безотвальной», «плоскорезной» обработки почв, не предусматривающих глубокую пахоту и оборот пласта – «безплужное земледелие». Создавались региональные схемы противоэрозионных мероприятий. В 1968 году была разработана первая в стране комплексная «Система ведения сельскохозяйственного производства Ставропольского края», или «сухое земледелие», теоретически обоснованное академиком А.А. Никоновым.

После 1967 года было решено возобновить мероприятия по созданию искусственных лесных насаждений, но не в масштабах начала 1950-х годов. В 1980-е годы посадка леса проводилась в размере 30 тыс. га в год. С 1985 года работы по расширению и модернизации лесопосадок прекращены. Доля полезащитных лесных полос в структуре создаваемых насаждений к 1991 году сократилась до 11,2%.

После распада СССР и проведения земельной реформы лесополосы оказались не учтены ни в лесонасаждениях, ни в землях сельскохозяйственного назначения. Формально защитные полосы остались в федеральной собственности, но механизм их содержания не был регламентирован. Большая часть насаждений находилась на земельных участках, государственная собственность на которые не разграничена, они оказались бесхозными, не поставлены на кадастровый учет [10-14 и др.].

В 1995 году на землях сельскохозяйственного назначения было высажено лишь 19,8 тыс. га полезащитных лесных полос, после 1995 года объём ежегодной высадки составлял около 2 тыс. га. Начиная с 1996 года – работы приостановлены. В настоящее время состояние возрастных насаждений, созданных в 50-70-е годы, – неудовлетворительное. Отмечена деградация древостоя, повреждения пожарами, болезнями и вредителями, несанкционированными рубками.

Перспективы агролесомелиорации и агрофитомелиорации. Только Федеральным законом от 13.06.2023 № 244-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О мелиорации земель» и отдельные законодательные акты Российской Федерации», вступающим в силу 01.03.2024, уточнены полномочия РФ, ее субъектов, органов местного самоуправления в области мелиорации земель и введены ряд определений.

Агролесомелиоративные насаждения – лесные насаждения естественного происхождения или искусственно созданные на землях сельскохозяйственного назначения или на землях, предназначенных для осуществления производства сельскохозяйственной продукции, в целях предотвращения деградации земель и защиты их от негативного воздействия природного и антропогенного характера посредством использования почвозащитных и иных полезных функций агролесомелиоративных насаждений.

Агрофитомелиоративные насаждения – насаждения (кустарники, травянистая растительность), искусственно созданные на землях сельскохозяйственного назначения или на землях, предназначенных для осуществления производства сельскохозяйственной продукции, в целях предотвращения деградации земель и защиты их от негативного воздействия природного и антропогенного характера посредством использования почвозащитных и иных полезных функций агрофитомелиоративных насаждений.

Агролесомелиорация земель направлена на регулирование водного, воздушного, теплового и питательного режимов почв на мелиорируемых землях посредством создания и содержания агролесомелиоративных насаждений, а именно: создание агролесомелиоративных насаждений на оврагах, балках, песках, берегах рек и других территориях в целях защиты земель

от эрозии (противоэрозионная агролесомелиорация); создание агролесомелиоративных насаждений по границам земель сельскохозяйственного назначения и земельных участков, в том числе предназначенных для осуществления производства сельскохозяйственной продукции, в целях защиты указанных земель и земельных участков от негативного воздействия природного и антропогенного характера (полезащитная агролесомелиорация); создание агролесомелиоративных насаждений по границам пастбищ в целях предотвращения деградации земель на пастбищах (пастбищезащитная агролесомелиорация).

Агрофитомелиорация земель состоит в проведении комплекса мелиоративных мероприятий в целях улучшения свойств земель, в том числе воспроизводства плодородия земель, посредством использования полезных функций агрофитомелиоративных насаждений. На уполномоченные федеральные органы исполнительной власти и органы исполнительной власти субъектов РФ возлагается обязанность по организации эксплуатации государственных агролесомелиоративных и агрофитомелиоративных насаждений, их учета, определяется перечень мероприятий, проводимых в целях содержания и сохранения таких насаждений. Начиная с 01.06.2023 года необходимые сведения предоставляются собственником земельного участка (Приказ Минсельхоза РФ от 14.08.2020 № 485 (ред. от 02.08.2022) «Об утверждении Порядка осуществления учета мелиоративных защитных лесных насаждений, предоставления сведений, подлежащих такому учету, их состав и форма предоставления»).

В 2023 году Минсельхоз РФ разработал и согласовал проект Реестра (перечня) почвозащитных агротехнологий производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, применяемых в стране, включая краткую их характеристику *(таблица 1)*. Целью являлась организация статистического наблюдения за применением агропроизводителями приемов адаптивного земледелия и реализация мер по декарбонизации сельскохозяйственного производства. Данная информация будет включена в формы федеральной статической отчетности: форму № 9-СХ «Сведения о внесении удобрений и проведении работ по химической мелиорации земель», форму для микропредприятий и крестьянско-фермерских хозяйств (Письмо Депрастениеводства Минсельхоза РФ от 22.03.2023 г. № 19/1813).

Таблица 1

Извлечение из Реестра почвозащитных агротехнологий производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, применяемых в РФ (утвержден Протоколом заседания секции «Земледелия и растениеводства» Научно-технического совета Минсельхоза РФ от 17.03.2023 г. № 4).

Наименование почвозащитной агротехнологии	Характеристика применяемой агротехнологии производства
Технология производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия с использованием адаптивно-ландшафтной системы земледелия	Технология производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на основании разработанной адаптивно-ландшафтной системы земледелия для конкретного сельскохозяйственного товаропроизводителя, предусматривающей смену систем севооборотов сельскохозяйственных культур с реализацией комплекса научно обоснованных организационно-хозяйственных агротехнических, лесомелиоративных, гидротехнических и других мер.
Технология прямого сева – Ноу-тилл (no-till)	Технология производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, при которой посев осуществляется в неподготовленную почву, т.е. в почву, которая не подвергалась какой-либо предварительной обработке. Переходу на эту технологию предшествует специальная обработка для выравнивания поверхности почвы. Технология предусматривает оставление на поле стерни и мульчи из измельченных растительных остатков. Рыхление плужной подошвы проводится раз в 3-5 лет специальными агрегатами.
Технология производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия - Стрип-тилл (strip-till)	Технология производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, предусматривающая минимальную обработку почвы (полосовая обработка). Обработанные полоски имеют ширину 20-25 см, а междурядья остаются не тронутыми. Обработка почвы производится только в том месте, где должна произрастать сельскохозяйственная культура. Для обработки

Наименование почвозащитной агротехнологии	Характеристика применяемой агротехнологии производства
	почвы используется специальное оборудование. Обработка почвы на глубину до 15 см проводится одновременно с посевом исключительно в зоне ряда, а междурядья вместе со стерней и мульчей из измельченных остатков растения-предшественника остаются нетронутыми. Стрип-тилл не подойдет для влажных и тяжелых грунтов.
Технология производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия – Мини-тилл (mini-til)l	Технология производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, предусматривающая поверхностную обработку почвы. Технология предусматривает: а) измельчение растительных остатков комбайнами одновременно с уборкой урожая; б) лущение стерни сразу после уборки предшественника на глубину 6-8 см; в) осеннюю обработку дисковыми боронами на глубину 15-18 см; г) один раз в три года глубокое рыхление почвы на глубину 35-40 см; д) чередование культур с большим и малым количеством послеуборочных остатков для равномерной переработки почвенными микроорганизмами без накопления соломы в верхнем обрабатываемом слое до 10 см; е) использование сельскохозяйственных машин, предназначенных для минимальной обработки почвы. Использование данной технологии нецелесообразно на суглинистых и глинистых почвах; почвах с неблагоприятными агрофизическими свойствами пахотных горизонтов (высокой равновесной плотностью (1,4 г/куб. см и выше); склоновых почвах, подверженных водной эрозии, из-за усиления поверхностного стока воды (минимальную обработку целесообразно заменить глубокой безотвальной чизельной обработкой).
Смешанная почвозащитная технология производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия	Технология производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, предусматривающая использование в севооборотах технологии прямого сева no-till, технологии strip-till, технологии mini-till.

В пояснительной записке законопроекта вышеупомянутого Федерального закона от 13.06.2023 г. № 244-ФЗ, представленного в целях реализации рекомендаций протокола по итогам рабочей поездки Председателя СФ ФС РФ В.И. Матвиенко в Республику Дагестан 11.07.2022 г., отмечено следующее.

В последние годы проблема деградации сельскохозяйственных угодий - пастбищ становится актуальной в связи с прогрессированием процессов опустынивания этих земель. Засушливый климат, а также нарастающие техногенные факторы способствуют деградации травостоя, ускоренному развитию ветровой эрозии и процессов опустынивания с образованием передвижных песков и обширных очагов опустынивания.

В настоящее время в РФ процессами опустынивания и деградации в той или иной мере охвачена территория более 100,0 млн гектаров, в том числе Республика Калмыкия – 4,4 млн га, Республика Дагестан – 2,4 млн га, Чеченская Республика – 1,5 млн га, Ставропольский край – 2,1 млн га, Астраханская область – 1,3 млн га, Волгоградская область – 1,4 млн га, Ростовская область – 800 млн га, Саратовская область – 2,2 млн га, Алтайский край (Кулундинская степь) – 6,1 млн га, Республика Тыва (равнинные территории) – 2,6 млн га и др. – всего 35 субъектов. На этих территориях проживает около половины населения страны и производится более 70% сельскохозяйственной продукции страны. Основными причинами деградации пастбищ и развития процессов опустынивания на территории Дагестана являются: природно-климатические изменения, связанные с глобальным потеплением; бессистемное использование пастбищ (отсутствие пастбищеоборота, сверхнормативное содержание поголовья сельскохозяйственных животных); отсутствие гарантированного водообеспечения участков пастбищ (артезианские скважины, пробуренные в 60-х годах прошлого века, исчерпали свой ресурс); уничтожение растительного покрова нашествием саранчи; недостаточное финансирование фитомелиоративных мероприятий по закреплению песков.

Естественный процесс восстановления растительности на барханных песках очень длителен. Поэтому работы, направленные на мелиорацию деградированных территорий,

позволяют существенно сократить время восстановления продуктивности песчаных пастбищ и достичь высокой продуктивности формируемых фитоценозов. Площадь аридных земель в Дагестане составляет 2,2 млн га, из которых 1,6 млн га (72%) приходится на природные кормовые угодья.

В результате затяжных ураганных ветров за последние 2 года в северной части Дагестана около 200-300 тыс. га земель зимних пастбищ покрылись движущимися песками, в результате чего в ближайшие несколько лет размещение скота на данных территориях не представляется возможным. По данным ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН (г. Волгоград) площадь открытых песков на севере Дагестана превышает более 150 тыс. га и еще более 300 тыс. га пастбищ находятся в критическом состоянии. Решение проблем с опустыниванием должно основываться на системном и комплексном подходе с разработкой научно обоснованных мероприятий на принципах экологической безопасности и экономической целесообразности.

Процессы опустынивания в РФ усиливаются с каждым годом, количество открытых песков растет, образуя новые очаги, деградация сельскохозяйственных угодий. Деградация пастбищ не позволяет в полной мере использовать потенциал в части развития животноводства, являющегося одним из приоритетных направлений сельскохозяйственной деятельности [9-15].

За всю историю защитного лесоразведения в России на сельскохозяйственных землях было создано 5,2 млн га защитных лесных насаждений, сейчас их площадь уменьшилась до 2,5 млн га, что составляет 1,2% сельскохозяйственных угодий – в 3-6 раз меньше научно обоснованных норм облесения, при потребности 7020,0 тыс. га. По расчетам необходимо создать еще 4459,4 тыс. га [10].

С 1955 по 2023 год в ряде лет сильные засухи охватывали 7-10 и выше основных зерновых районов европейской территории России и Сибири. Например, 1954-1955, 1963, 1965, 1969, 1972, 1975, 1979, 1981, 1984, 1998, 1999, 2002, 2010 год; 5-6 регионов или отдельные районы – 1957, 1967, 1981, 1882, 1985, 1992, 2003, 2012, 2018, 2020, 2021, 2022; Северный Кавказ – 1969; Западную Сибирь – 1974, 1977, 1991 год и др.

Засухи часто сопровождаются пыльными бурями, наносящими дополнительный ущерб сельскому хозяйству, приводят к эрозии и деградации почв, опустыниванию территории. Сильные весенние ветра (до 28-30 м/сек), вызывают гибель посевов большинства культур на больших площадях, где слой почвы в 2-5 см полностью утрачен, а ее потери достигают 20-50 т/га, гумуса – до 5-6 т/га.

Сильнейшая засуха 2010 года охватила 7 федеральных округов, 43 субъекта РФ, пострадали 21 564 хозяйства разной формы собственности. Общая площадь гибели – 13,3 млн га, это 30% от всей посевной площади в упомянутых субъектах РФ или 17% от всей посевной площади страны. Прямой ущерб оценен в 41,8 млрд руб. в действующих ценах. К счастью, она не сопровождалась пыльными бурями, как это было в 1959 году на целине, а в 1969 – на Северном Кавказе.

В начале весны 2015 года по Калмыкии, Дагестану, Волгоградской, Ростовской и Астраханской областям пронеслись пыльные бури, аналогов которых не было уже 30 лет. Верхний слой почвы 5-7 см в отдельных местах до 9-11 см из-за высоких температур, нехарактерных для марта месяца и сухого воздуха был сильно высушен. Старовозрастные лесные полосы, расположенные на расстояниях более 1 км друг от друга, не смогли снизить скорость ветра до величин ниже критических, препятствующих движению почвенных частиц. Поля, не занятые озимыми культурами, остались практически без защиты.

В Волгоградской области пыльная буря 27-31.03.2015 проявила себя крайне интенсивно на площади 78 тыс. га, при средней силе на площади 106 тыс. га и слабой интенсивности на площади 149 тыс. га с суммарной площадью 330 тыс. га.

Природные процессы имеют сложный циклический характер. Наши предварительные оценки показывают, что с 1955 по 2000 год за 46 лет можно выделить 20 засушливых лет (каждый 2,3 год), а с 2001 года по 2023 за 23 года – только 8 лет (каждый 3,5 год засушливый). Все это делает ситуацию крайне неустойчивой, поскольку уверенно прогнозировать безрисковое развитие российского АПК хотя бы ближайший 20-25 летний период не представляется возможным. Способность деградирующих почв пахотных земель обеспечивать формирование урожаев основных сельскохозяйственных культур за счет имеющихся, но постоянно уменьшающихся, запасов элементов минерального питания, – не безгранична.

На 01.01.2022 площадь земель сельскохозяйственного назначения в РФ составила 380 млн га, из них сельскохозяйственных угодий – 198 млн га, пашни – 116 млн га, пастбищ – 57 млн га, 118 млн га – сенокосов. Почвы на 65% площади пашни, 28% сенокосов и 50% пастбищ подвержены разрушающему, часто комплексному, воздействию водной эрозии, дефляции, периодических засух, суховеев и пыльных бурь, а так же иных деградационных процессов [11, 15 и др.]. Реально засеяны лишь 82 млн га, а 11 млн га – счисляться парами, в совокупности составляя лишь 93 млн га.

Частота экстремальных явлений с ростом температур, существенно увеличиваться. Например, начиная с 2017 года пыльные бури на юге России стали практически ежегодным явлением. Сильнейшие бури накрыли Астраханскую область, Калмыкию, Ставропольский край, Дагестан и 2022 году.

Среднегодовая температура воздуха на территории России за 2022 год стала вторым самым высоким значением в метеорологической летописи с 1891 года. Теплее был только 2020 год. Тогда единственный раз в истории средняя температура за год оказалась больше 0°, а 2022 год стал примерно на градус холоднее. Во всех федеральных округах средняя температура вошла в число первых десяти самых высокоранжированных значений, а в Северо-Западном, Уральском, Сибирском, Дальневосточном и Северо-Кавказском она оказалась в первой пятерке. На юге Дальнего Востока это был самый теплый год в истории (совместно с 2020 годом).

В среднем за год на всей территории РФ средняя температура воздуха больше нормы. Наиболее крупные аномалии (плюс 3-5° и более) сформировались на севере европейской территории, Урала, Сибири и частично Якутии [16, 17].

Предварительный доклад ВМО о состоянии глобального климата подтверждает, что 2023 год – самый теплый за всю историю наблюдений. Данные на конец октября показывают, что температура в этом году была примерно на 1,4°C (с погрешностью ± 0,12°C) выше базового доиндустриального уровня 1850-1900 годов. Разница между 2023 годом и 2016 и 2020 годами, которые ранее были отнесены к самым теплым годам, очевидна [18, 19].

Выводы

1. Более чем 135-летний опыт создания оптимальных агроландшафтов и агролесомелиорации показал, что в комплексе мер по стабилизации и улучшению экологической обстановки, борьбе с эрозией почв, засухой и опустыниванием, повышению эффективности и устойчивости сельскохозяйственного производства защитное лесоразведение является неотъемлемым и системообразующим, долговременно действующим мероприятием, а в ряде случаев – единственным возможным решением.

2. Каждое десятилетие, начиная с 1990-х годов, было теплее предыдущего. Пока не выявлены признаки изменения этой тенденции. Участившиеся засухи сделают сельское хозяйство ещё более уязвимым и мене устойчивым. Будет проявляться накопленный эффект аридизации территории и опустынивания. В списке наиболее вероятных регионов проявления - юг и центр Европейской части РФ и Центральная Азия.

3. В Указе Президента РФ от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» закреплено, что обеспечение и защита национальных интересов РФ осуществляются за счет концентрации усилий и ресурсов органов публичной власти, организаций и институтов гражданского общества на реализации стратегических национальных приоритетов, среди которых экологическая безопасность и рациональное природопользование (п. 26). Их целями являются обеспечение качества окружающей среды, необходимого для благоприятной жизни человека, сохранение и восстановление природной среды, сбалансированное природопользование, смягчение негативных последствий изменения климата (п. 82).

4. Для степных регионов страны необходима Государственная программа по борьбе с опустыниванием, предусматривающая восстановление природно-ресурсного потенциала, использование почвозащитных агротехнологий. Для устойчивого развития АПК в рамках территориального планирования должна создаваться и поддерживаться оптимальная структура природно-территориальных комплексов регионального уровня, включая земли сельскохозяйственного назначения. На основе контурно-мелиоративной организации территории и землеустройства обеспечивается оптимальное сочетание в них различных участков – пашни, агролесомелиоративных и агрофитомелиоративных насаждений, лесов, лугов (сенокосов) и пастбищ, прудов, овражно-балочной долинной сети, позволяющее эффективно и рационально использовать почвенные и гидротермические ресурсы.

Список литературы

1. FAO. 2022. FAO Strategy on Climate Change 2022-2031. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022. 52 p.

2. ФАО. 2023. План действий ФАО на 2022-2025 годы по осуществлению Стратегии ФАО в отношении изменения климата. Рим: Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, 2023. 22 p.

3. OECD 2023. Agricultural policy monitoring and evaluation 2023. Adapting Agriculture to Climate Change. Paris: OECD Publishing, 2023. 689 p.

4. Докучаев В.В. Русский чернозем. СПб: тип. Деклерона и Евдокимова,1883. 389 с.

5. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. СПб: Тип. Е. Евдокимова, 1892. 142 с.

6. Абакумов Б. А., Бабено Д.К., Бартенев И.М. и др. Защитное лесоразведение в СССР / Под ред. Е.С. Павловского. М.: Агропромиздат, 1986. 263 с.

7. Манаенков А.С., Абакумова Л.И. Повышение эффективности полезащитного лесоразведения в острозасушливых районах России // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2015. № 4 (28). С. 73-83.

8. Лёвина И.В. Особенности воспроизводства и эффективность использования земельных ресурсов. // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. №3 (19). С. 42-45.

9. Кретинин В.М. Агролесоводство (монография). Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2021. 268 с.

10. Кулик К.Н.. Современное состояние защитных лесонасаждений в Российской Федерации и их роль в смягчении последствий засух и опустынивания земель // Научно-агрономический журнал. 2022. № 3. С. 8-13.

11. Материалы совместного заседания межведомственного координационного совета РАН по исследованиям в области агропромышленного производства и комплексного развития сельских территорий и Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию. М.: РАН, 2023. 94 с.

12. Дубенок Н.Н., Танюкевич В.В., Михин В.И., Кулик А.В., Хмелева Д.В., Кваша А.А. К вопросу о проведении инвентаризации защитных лесных насаждений на землях сельскохозяйственного назначения (на примере Ростовской области) // Лесохозяйственная информация: электронный сетевой журнал. 2020. № 4. С. 61-71.

13. Бобков Д.А., Никифоров А.И., Мухлынин Д.Н. Российский опыт и особенности правового регулирования лесомелиоративных насаждений (лесополос) на землях сельскохозяйственного назначения // Аграрное и земельное право. 2020. № 8(188). С. 65-67.

14. Пышьева Е.С. Государственно-правовое регулирование использования и охраны защитных лесных насаждений в сельском хозяйстве // Актуальные проблемы российского права. 2022. Т. 17. № 5. С. 214-231.

15. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2021 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 356 с.

16. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2022 год. М: Гидромет, 2023. 104 с.

17. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб.: Наукоемкие технологии, 2022. 124 с.

18. State of the Global Climate 2022. WMO. No. 1316. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization, 2023. 55 p.

19. 2023 год бьет климатические рекорды с серьезными последствиями. Пресс-релиз. ВМО: Женева, Дубай. 30.11.2023. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://wmo.int/ru/news/media-centre/2023-god-bet-klimaticheskie-rekordy-s-sereznymi-posledstviyami.

УДК 911.2(470.56)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1429-1435

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ФИТОПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ (НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОУРАЛЬСКИХ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ)

SPATIO-TEMPORAL ORGANIZATION OF PHYTOPRODUCTION PROCESS: METHODOLOGICAL ISUUES (A CASE STUDY OF THE SOUTH URALS STEPPE LANDSCAPES)

Хорошев А.В[1], Ашихмин А.П.[2], Шлюпикова М.М.[3]
Khoroshev A.V.[1], Ashikhmin A.P.[2], Shlyupikova M.M.[3]

[1,2,3]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия

[1,2,3]Lomonosov Moscow State university, Faculty of Geography, Moscow, Russia

E-mail: [1]avkh1970@yandex.ru, [2]brumman4@gmail.com, [3]masha.97sh@gmail.com

Аннотация. Возросшая доступность многолетних рядов материалов космической съемки создает новые возможности для получения пространственно непрерывной информации о многолетней динамике состояний геосистем. Предлагается ряд функционально-динамических индикаторов фитопродукционного процесса на основе геостатистического анализа вегетационных индексов. Картографирование предлагаемых показателей позволяет получить представление о соотношении и взаиморасположении геосистем с разным годовым ходом фитомассы и устойчивости границ между ними. Тип годового хода зеленой фитомассы, амплитуда межгодовых и внутрисезонных колебаний, изменчивость пространственной вариабельности внутри ландшафтных единиц выявляются по исходным значениям вегетационных индексов NDVI с применением метода главных компонент. Межгодовая изменчивость внутрисезонных отклонений динамики от фоновых показателей оцениваются по повторяемости градаций внутрисезонных приращений NDVI. Для картографирования внутрисезонной и межгодовой динамики границ между типами функционирования и многолетних трендов размеров и конфигурации их ареалов применяется метод «анализа горячих/холодных пятен». По повторяемости положительных и отрицательных аномалий фитомассы выявляются ареалы пластичного функционирования и пульсирующие границы между геосистемами. Ареалы видов зависимости между типами фитопродукционного функционирования и абиотическими факторами показываются по результатам применения метода географически взвешенной регрессии. Межгодовая и внутрисезонная динамика ареалов типов фитопродукционного процесса, тренды их многолетнего изменения могут быть положены в основу оценки устойчивости природных комплексов к внешним природным и антропогенным сигналам. Дополнение структурных показателей функционально-динамическими конструктивно для совершенствования картографирования фитоценозов и геосистем.

Ключевые слова: NDVI, ландшафт, фитоценоз, динамика, ареал, границы, устойчивость.

Abstract. The increased availability of long-term series of satellite imagery creates new opportunities for obtaining spatially continuous information about the long-term dynamics of the geosystem states. We propose a system of functional-dynamic indicators for the phytoproduction process based on geostatistical analysis of vegetation indices. Mapping the proposed indicators allows us to get insight into the proportions and neighborhoods of geosystems with different annual cycles of phytomass as well as the stability of the boundaries between them. The type of annual cycle of green phytomass, the range of interannual and intraseasonal fluctuations, and the temporal variability of spatial diversity within landscape units may be identified from the initial values of the NDVI using the principal component method. Interannual variability of intraseasonal deviations of dynamics from background may be assessed by the repeatability of gradations of intraseasonal NDVI increments. The "hot/cold spot analysis" method is used to map the intraseasonal and interannual dynamics of the boundaries between functioning types and long-term trends in the size and configuration of their occurrences. Based on the frequency of positive and negative phytomass anomalies, areas of plastic functioning and pulsating boundaries between geosystems are identified. The method of geographically weighted regression is applied to show the spatial differences in the relationships between the phytoproductive functioning and abiotic factors. Interannual and intraseasonal dynamics of areas of types of phytoproduction processes, trends in their long-term changes can be used as the basis for assessing the resilience of natural complexes under external natural and anthropogenic signals. The addition of structural indicators to functional-dynamic ones is constructive for improving the mapping of phytocenoses and geosystems.

Key words: NDVI, landscape, phytocenosis, dynamics, area, boundaries, stability.

Введение. Растительный покров издавна рассматривается как наиболее информативный и доступный индикатор абиотических условий, антропогенных эффектов и тенденций их развития. Сам термин «покров» (растительный, почвенный, ландшафтный, земельный и т.д.) подразумевает необходимость непрерывной в пространстве информации. Полевые исследования методами регулярных сеток, трансектов в этом плане сопряжены с огромной трудоемкостью и не могут охватить достаточно большие территории, чтобы судить о широкоохватных факторах и процессах. Поэтому, как правило, приходилось ограничиваться детальными исследованиями на ключевых участках и экстраполировать полученную информацию о межкомпонентных связях на масштабный уровень ландшафта. Еще более серьезные трудности связаны с исследованием динамики фитоценозов, природных комплексов в целом и, тем более, их пространственной организации и латеральных взаимодействий. В связи с дефицитом данных о динамике пространственной организации при ограниченных возможностях организации многолетних стационарных исследований структурно-статическое и функционально-статическое направления исследований исторически преобладали над структурно-динамическим и функционально-динамическим.

При использовании данных о растительном покрове как индикаторе ландшафтных условий возникает ряд трудностей.

Во-первых, для многих ландшафтов, особенно с преобладанием травяной растительности, характерны постепенные границы фитоценозов. Это может быть следствием как чисто фитоценотических процессов (распространение семян, корневищ и др.), так и реальных градиентов абиотической среды.

Во-вторых, видовой состав фитоценозов непостоянен и сильно зависит от флуктуаций гидротермических условий и случайных внешних факторов вроде выпаса, миграций и вспышек размножения животных, пожаров и т.п. Кратковременные исследования, пусть даже с повторностью, могут ошибочно зафиксировать случайные отклонения как типичное состояние.

В-третьих, при всем удобстве увязывания фитоценотических границ с геоморфологическими (что и является обычным основанием экстраполяции «точечной» информации на большие территории), рельеф не всегда «предоставляет» однозначные границы. Далеко не всегда даже при резких перегибах рельефа фитоценоз реагирует на них всеми признаками или хотя бы сменой доминантов. Приходится принимать «волевое решение», какую группу структурных признаков фитоценоза считать основной для принятия решения о проведении границы.

В-четвертых, межгодовые и внутрисезонные флуктуации абиотических условий (например, уровня грунтовых вод, глубины засоления или кровли многолетней мерзлоты) влекут за собой латеральные смещения фитоценозов, которые могут быть разнонаправленными от срока к сроку. Опять же единовременное исследование, особенно при нечетких геоморфологических границах, может зафиксировать временное состояние или одно из нескольких возможных устойчивых состояний как стабильный структурный признак.

Из перечисленных проблем следует, что структурные признаки фитоценозов не всегда являются достаточным основанием для суждения о пространственной структуре растительного покрова и ландшафта в целом. Возросшая доступность многолетних рядов материалов космической съемки создает новые возможности для получения пространственно непрерывной информации о многолетней динамике состояний геосистем, т.е. о наборе обратимых изменений параметров функционирования. Теперь полевые исследования могут выполнять функцию верификации и интерпретации результатов дистанционных исследований на основании точного знания о повторяемости состояния, зафиксированного на площадке, в многолетнем ряду. Прежде всего, это применимо, видимо, к степным и пустынным ландшафтам, наиболее чутко реагирующим на гидротермические флуктуации. Немаловажно, что для этих ландшафтов высокая повторяемость антициклональных погод благоприятствует получению длинных рядов безоблачных космоснимков. Для лесной и тундровой зоны такие ряды получить сложнее. Кроме того, в лесных ландшафтах динамические изменения могут более ярко проявляться в напочвенном покрове, почти «невидимом» для спутников, а сведений о возможностях индикации напочвенного покрова по состоянию крон пока недостаточно.

По нашему мнению, функционально-динамические признаки состояния фитоценозов, выявляемые по многолетним рядам космоснимков, должны быть подробно исследованы на предмет их информативности для картографирования растительного покрова и оценок устойчивости компонентной и пространственной структуры ландшафтов.

Методические пробелы в исследовании фитопродукционного процесса. Среди функциональных признаков, которые за несколько последних десятилетий вошли в арсенал дистанционных фитоценотических и ландшафтных исследований, на первых местах находятся косвенные характеристики фитомассы и влагосодержания, в меньшей степени – теплового режима. Дистанционные исследования продуктивности уделяют основное внимание либо определению информативности вегетационных индексов по отношению к измеренной фитомассе естественной или культурной растительности [1-4], либо выявлению трендов биопродуктивности в связи с изменениями климата [5, 6]. Однако функционирование – это не только и не столько параметры за отдельные сроки, сколько *закономерная последовательность состояний*. Адекватным понятием, на наш взгляд, может служить «этология ландшафта» – термин, введенный Н.Л. Беручашвили [7], но не получивший в свое время развития. Современный арсенал многолетних дистанционных данных дает возможности как раз для полноценных ландшафтно-этологических исследований «поведения» ландшафта.

Технологическая проблема изучения таких последовательностей состояний заключается в противоречии между разрешением космоснимков и частотой их получения. Обычно для исследования рядов фитопродуктивности используют снимки MODIS, которые обеспечивают наиболее высокую повторяемость съемки, но при разрешении 250 м [8]. Это позволяет выявлять закономерности регионального и глобального масштаба, но совершенно недостаточно для исследований динамики и трендов на урочищном уровне, который, собственно, и соответствует уровню принятия решений о способе землепользования на конкретных угодьях. Тем более, нет речи о состояниях фаций, которые позволили бы проследить динамику пространственной структуры урочищ и ландшафтов. Очевидно, что разрешение 250 м исключает возможность анализировать, например, внутриполевое варьирование урожайности и влажности почв под влиянием фациальной мозаичности или смежных лесополос. Более детальные космоснимки, например, Landsat с разрешением 30 м, не дают достаточной повторяемости съемки, чтобы достоверно судить о внутрисезонной динамике на конкретный год. К счастью, в нашем распоряжении уже более чем 40-летний фонд снимков Landsat при постоянно возрастающих возможностях их быстрого поиска, «вырезки» нужного участка, расчета необходимых индексов (Google Earth Engine). Это позволяет выявлять внутрисезонные тренды и повторяемость отклонений от типичных состояний для каждого пиксела (обычно близкого по размерам к фации или биогеоценозу).

Цель нашего исследования – предложить ряд функционально-динамических, или этологических, показателей «поведения» ландшафтной структуры и растительного покрова.

Результаты и обсуждение. Предлагаемые нами функционально-динамические показатели рассчитываются с применением методов геостатистики и могут быть легко нанесены на карту. Это позволяет получить представление о соотношении и взаиморасположении геосистем с разной степенью устойчивости структурно-функциональных признаков и границ между ними. В данном случае мы для простоты понимаем структуру в узком смысле – как строение, набор, взаиморасположение элементов (геокомпонентов, пространственных единиц), функционирование – как набор процессов вещественно-энергетического обмена между элементами (фитопродуцирование, транспирация и т.п.), динамику – как последовательность сезонных и межгодовых состояний. Перечислим предлагаемые показатели на примере наиболее широко применяемого вегетационного индекса NDVI как косвенного индикатора фитопродукционного функционирования. По аналогии могут анализироваться и индексы-индикаторы влагосодержания в фитоценозе и почвах, транспирации, теплового режима, снежного покрова и т.д.

Тип сезонного хода. Исходным материалом являются данные о значениях вегетационных индексов за конкретные сроки и их стандартизованные приращения за временной интервал между сроками в пределах одного года. Статистический метод главных компонент (разновидность факторного анализа) позволяет свести разнообразие данных к ограниченному числу переменных, каждая из которых отражает один из факторов внутрисезонной изменчивости. Например, один фактор может отражать различия пространственных единиц по скорости весеннего нарастания фитомассы, другой – по разнице между пиковыми значениями в июне и минимальными значениями летней паузы вегетации, третий – по степени равномерности производства зеленой фитомассы в течение сезона и т.п. Значения этих переменных-факторов вместе характеризуют совокупность наложенных друг на друга процессов разных временных масштабов, которые ответственны за изменчивость фитомассы. Классификация

территориальных единиц (пикселов) по совокупности значений факторов позволяет разделить территорию на ареалы, отличные по сезонному этоциклу. Например, для степного плато в заповеднике «Шайтан-Тау» выделены классы: 1) кострецовые степи центрального сектора на месте былой пашни с замедленным весенним формированием фитомассы; 2) ксерофитные степи старопахотного юго-восточного сектора с сохранением или малой потерей фитомассы к концу лета по сравнению с июньским пиком развития; 3) ксерофитные разнотравно-ковыльные степи северного сектора с ранним началом вегетации, большой потерей фитомассы в течение лета с возможной вторичной вегетацией осенью; 4) ксеромезофитные степи краевые смежных с лесами частей, мысообразных выступов и «междулесных» узких секторов с возможностью относительно малого сокращения фитомассы во второй половине лета.

Амплитуда межгодовых колебаний за определенный сезон и за вегетационный период в целом. Каждая пространственная единица, в целом подчиняясь характерному для урочища или фитоценоза сезонному этоциклу, может достигать разной фитомассы в зависимости от гидротермических условий конкретного года. Чувствительность к флуктуациям может сильно различаться для разных урочищ в зависимости от соотношения видов с несовпадающими пиками вегетации, уровня грунтовых вод, экспозиции и крутизны склона, засоленности почв и т.п. Исходными материалами могут быть характеристики межгодовой вариабельности (диапазон значений, среднеквадратическое отклонение, межквартильный диапазон и др.) за определенные периоды (например, месяцы). Классификация по этим характеристикам позволит разделить ареалы с большей и меньшей устойчивости фитомассы к межгодовым колебаниям тепло- и влагообеспеченности.

Изменчивость пространственной вариабельности внутри ландшафтных единиц. Рассчитывается мера пространственной вариабельности фитомассы в пределах конкретной ландшафтной единицы (например, подурочища выпуклой вершины гребня) за конкретный срок наблюдения. Выявляются сроки, при которых пространственная вариабельность возрастает. Это означает, что урочище «распадается» по функционированию на более мелкие единицы, утрачивает целостность, ее части неодинаково реагируют на сложившуюся гидротермическую обстановку. Малая вариабельность указывает на единство интенсивности фитопродукционного процесса, несмотря на возможную мозаичность абиотических условий. Затем по совокупности сроков можно установить ландшафтные единицы, в которых единство функционирования сохраняется устойчиво независимо от межгодовых и внутрисезонных флуктуаций, и, наоборот, которые непостоянно обладают «целостностью однотипного реагирования» (термин В.А. Бокова [9]). Установленная таким способом «недостаточная целостность» может быть основанием для корректировки карты природных комплексов или фитоценозов либо для выделения единиц более низкого ранга (например, с похожими фитоценозами, но разными скоростями фитопродукционного процесса).

Межгодовая изменчивость внутрисезонных отклонений динамики от фоновых показателей. Географический ландшафт, по классическому определению, обладает единым климатом. Из этого следует, что для всех природных комплексов более низкого ранга должны существовать некоторые общие черты реагирования на типичную для ландшафта сезонную смену погод. Поэтому следует по гистограмме выявить, существует ли некоторый модальный (т.е. наиболее часто встречающийся) интервал приращений фитомассы (с положительным или отрицательным знаком) за некоторый период, например, от конца июня до конца июля. Если модальный интервал приращений существует, то это означает строгую подчиненность большинства территориальных единиц общему гидротермическому фактору ландшафтного масштаба. Остальные территориальные единицы могут «жить в своем ритме» под действием некоторых сильнодействующих локальных факторов (постоянно высокого уровня грунтовых вод, сильно затенения, каменистости или засоленности почв и т.п.). Для Айтуарской степи были установлены существенные отличия в повторяемости отклонений от фоновой динамики для заповедных и выпасаемых урочищ [10]. Разделив территориальные единицы по степени отклонения от модального приращения фитомассы (например, на классы среднеквадратического отклонения) и рассчитав повторяемость таких отклонений за многолетний период, можно оценить соотношение вкладов факторов общеландшафтного и локального (урочищного, фациального) масштабов. Так, для участков заповедника «Оренбургский» «Буртинская степь» и «Айтуарская степь» были рассчитаны повторяемости каждого класса приращения фитомассы и на этой основе – меры разнообразия «поведения» территориальных единиц относительно фоновых внутрисезонных тенденций [11-13].

Внутрисезонная и межгодовая динамика границ между типами функционирования. Проверяется гипотеза о возможности нескольких устойчивых состояний природного комплекса в зависимости от гидротермических условий. В качестве исходных материалов могут использоваться непосредственно значения вегетационных индексов в пикселе либо значения повторяемости каждого из классов приращений между двумя сроками. Метод «горячих/холодных пятен» (Hot/cold spots analysis) выявляет кластеры смежных пикселов, которые достоверно отличаются от фоновой окрестности [8]. В степном ландшафте такая положительная аномалия в большинстве случаев соответствует либо мезофитному пятну на фоне ксерофитных сообществ, либо (весной) вегетирующему пятну на фоне территории с еще не прогревшимися почвами [14]. По аналогии, выявляются «холодные пятна», т.е. отрицательные аномалии. По многолетней серии проводится расчет повторяемости аномалий для каждого пиксела. Основной интерес вызывают территории, где повторяемости аномалий составляет 0,4-0,6. Это означает, что в одни сроки природный комплекс характеризуется особым локальным типом функционирования, а в другие – не отличается от степного фона. Как показали наши полевые исследования в Оренбургской области, такая ситуация часто соответствует экотонам с плавным градиентом свойств рельефа и почвенного увлажнения и одновременным присутствием как ксерофильных, так и мезофильных или гигрофильных видов. В зависимости от гидротермической обстановки та или иная экологическая группа начинает доминировать в соответствии с уровнем грунтовых вод. Природный комплекс периодически переключается со степного (с летним перерывом вегетации) на луговой (с постоянной вегетацией в теплый период) тип функционирования, то есть присоединяется то к смежному луговому комплексу, то к смежному с другой стороны степному. Иначе говоря, таким способом можно строго количественными методами выявить пульсирующие границы природных комплексов либо выделить отдельный их вид [15]. По сравнению с традиционными методиками, принципиально, что в основу картографирования кладутся не только структурные признаки, но и функционально-динамические.

Ареалы видов зависимости между типами функционирования (этоциклами) и абиотическими факторами. Исходим из гипотезы, что количественные виды зависимости между абиотическими и биотическими компонентами могут варьировать по территории. Иначе говоря, в разных секторах ландшафта для экстраполяции точечных данных на площадь следует использовать разные предикторы. Континуальные данные обычно можно получить для рельефа, растительного покрова, теплового поля. Используя классическое положение о зависимости растительного покрова от рельефа, можно в скользящем окне установить набор морфометрических характеристик рельефа и достоверных предикторов состояния растительного покрова, вид зависимости, а также долю объясненной дисперсии. В качестве инструмента используется метод географически взвешенной регрессии [16], который позволяет также установить размер окрестности, достоверно влияющей на состояние зависимой переменной. Так, для Буртинской степи разделены группы урочищ, где разнообразие режимов фитопродукционного функционирования контролируется: 1) перераспределением влаги в позиционно-динамических катенарных системах; 2) выпуклостью, расчлененностью рельефа и превышением над базисом эрозии. Соответственно, классификация природных комплексов по режимам функционирования может иметь разную дробность. Например, в низменном секторе, чтобы описать функциональные различия, достаточно отделить пологосклонные увалы от днищ лощин, а в возвышенном – разделить автономные, трансэлювиальные и трансаккумулятивные позиции и еще отделить верхнюю часть склона от нижней.

Многолетние тренды размеров и конфигурации ареалов с разными типами функционирования. В условиях климатических изменений или смен землепользования исследование режимов функционирования оказывается полезным в определении скоростей изменений, в том числе восстановления после нарушений, степени инертности в изменившихся условиях. Данные расчетов о повторяемости положительных и отрицательных аномалий фитомассы, тех ли иных градаций отклонений от фоновой внутрисезонной динамики могут быть сопоставлены для разных многолетних временных интервалов. Меняющиеся размеры и конфигурации аномалий могут индицировать постепенную смену процессов, определяющих локальные особенности функционирования. Например, для залежей в Айтуарской степи удалось установить, что отрицательная аномалия фитомассы («холодное пятно») по сравнению с фоновой степью постепенно уменьшается по площади и фрагментируется [14]. В годовом ходе это отражается в более медленном, по сравнению с фоном, раннелетнем нарастании фитомассы

и до меньших значений. Аналогичная особенность годового хода фитомассы установлена и для степного плато в заповеднике «Шайтан-Тау». Следовательно, залежи постепенно утрачивают те особенности сезонного хода фитопродукционного процесса, которые сформировались после прекращения распашки. Этот процесс в Айтуарской степи идет с разной скоростью: в днище балки восстановление типично степного функционирования произошло быстрее, чем на возвышенном плато, где и спустя 30 лет после введения заповедного режима отрицательная аномалия фитомассы существует, хотя и на сократившейся площади. Фактически таким способом можно получить оценку одного из видов устойчивости геосистемы – восстанавливаемости – как времени восстановления после нарушений. Обратим внимание, что восстановление структурных признаков фитоценоза может, видимо, происходить быстрее (обычно считается, что через 15-20 лет), чем восстановление режима функционирования. Следовательно, неотличимость видового состава бывшей залежи от фоновой степи еще необязательно означает полное восстановление степной экосистемы. Разумеется, почва может быть еще более инертной, но многолетние дистанционные данные, к сожалению, получить невозможно.

Заключение. Таким образом, качество ландшафтного и геоботанического картографирования, могут быть существенно улучшены за счет знания о пространственной организации временной изменчивости функциональных признаков фитоценозов, полученного по рядам космических снимков. Межгодовая и внутрисезонная динамика ареалов типов фитопродукционного процесса, тренды их многолетнего изменения могут быть положены в основу оценки устойчивости природных комплексов к внешним природным и антропогенным сигналам.

Исследование выполнено в рамках Госзадания географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова № 121051300176-1 «Факторы и процессы пространственно-временной организации природных и антропогенных ландшафтов».

Список литературы

1. Гулянов Ю. А. Мониторинг фитометрических параметров с использованием инновационных методов сканирования посевов // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 3(19). С. 64-76.

2. Лиджиева Н.Ц., Уланова С.С., Федорова Н.Л. Опыт применения индекса вегетации (NDVI) для определения биологической продуктивности фитоценозов аридной зоны на примере региона Черные Земли // Известия Саратовского университета. 2012. Сер. Химия. Биология. Экология. Вып. 2. Т. 12. Научный отдел 94. С. 94-96.

3. Хорошев А.В., Калмыкова О.Г., Дусаева Г.Х. Оценка индекса NDVI как источника информации о надземной фитомассе в степях // Исследование Земли из космоса. 2023. № 3. С. 27-43. DOI: 10.31857/S020596142303003X.

4. Kyratzis A., Skarlatos D., Fotopoulos V., Vamvakousis V., Katsiotis A. Investigating correlation among NDVI index derived by unmanned aerial vehicle photography and grain yield under late drought stress conditions // Procedia Environmental Sciences. 2015. Vol. 29. P. 225-226. DOI: 10.1016/j.proenv.2015.07.284.

5. Золотокрылин А.Н., Черенкова Е.А., Титкова Т.Б. Аридизация засушливых земель Европейской части России и связь с засухами // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2020. № 2. С. 207-217. DOI: 10.31857/S258755662002017X.

6. Han J.C., Huang Y., Zhang H., Wu X., Characterization of elevation and land cover dependent trends of NDVI variations in the Hexi region, northwest China // Journal of Environmental Management. 2019. Vol. 232. P. 1037-1048.

7. Беручашвили Н.Л. Этология ландшафта и картографирование состояний природной среды. Тбилиси: Изд-во Тбилисского университета, 1989. 198 с.

8. Nallan S.A., Armstrong L.J., Tripathy A.K., Teluguntla P. Hot Spot Analysis using NDVI data for impact assessment of watershed development // International Conference on Technologies for Sustainable Development (ICTSD-2015) (Feb. 04-06, 2015. Mumbai). India, 2015. P. 1-5. DOI: 10.1109/ICTSD.2015.7095869.

9. Боков В.А. Пространственно-временные основы геосистемных взаимодействий: Дисс. … д-ра геогр. наук. М., 1990. 406 с.

10. Хорошев А.В. Стабильность динамики фитомассы в заповедных и пастбищных низкогорно-степных ландшафтах Южного Урала // Аридные экосистемы. 2022. Т. 28. № 3. С. 3-13. DOI: 10.24412/1993-3916-2022-3-3-13.

11. Хорошев А.В. Ландшафтные условия стабильности фитопродукционного функционирования в Айтуарской степи (Южный Урал) // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2021. № 2. С. 82-91.

12. Хорошев А.В., Ашихмин А.П., Калмыкова О.Г., Дусаева Г.Х. Ландшафтные факторы стабильности динамики фитомассы в заповедных и пастбищных низкогорно-степных ландшафтах Буртинской степи (Южный Урал) // Динамика и взаимодействие геосфер Земли. Т. III. Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2021. С. 85-88.

13. Khoroshev A.V. Dynamics of phytoproductive functioning of low-mountain steppe landscapes of the Southern Urals // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 817. 012046. DOI:10.1088/1755-1315/817/1/012046.

14. Хорошев А.В., Ашихмин А.П. Динамика пространственной организации фитомассы в заповедном степном ландшафте (на примере Буртинской степи, заповедник «Оренбургский» // Известия РАН. Серия биологическая. 2023. Доп. вып. 8. С. S103-S114. DOI: 10.31857/S1026347023600796.

15. Хорошев А.В. Функционально-динамический подход к исследованию ландшафтных границ // Региональные исследования. 2022. № 3. С. 60-70. DOI: 10.5922/1994-5280-2022-3-6.

16. Fotheringham AS, Brundson C, Charlton M. Geographically weighted regression: The analysis of spatially varying relationships // West Sussex. England: John Wiley and Sons, Ltd. 2002.

УДК 908:58.007: 553.7: 562/569
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1436-1442

СТЕПИ В НАУЧНОМ НАСЛЕДИИ И.И. ЛЕПЁХИНА

STEPPES IN THE SCIENTIFIC HERITAGE OF I.I. LEPEKHIN

Хропов А.Г.[1], Иванов А.В.[2], Шелудякова М.Б.[3], Яковишина Е.В.[4], Яшков И.А.[5]
Khropov A.G.[1], Ivanov A.V.[2], Sheludyakova M.B.[3], Yakovishina E.V.[4], Yashkov I.A.[5]

[1]Институт географии Российской академии наук, Москва, Россия
[2]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия
[3]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия
[4]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
[5]Бюджетное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа-Югры «Музей геологии, нефти и газа», Ханты-Мансийск, Россия
[1]Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
[2]Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
[3]Komarov Botanical Institute of Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia
[4]Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
[5]The Museum of Geology, Oil and Gas, Khanty-Mansiysk, Russia

E-mail: [1]a_khro@mail.ru, [2]ivanovav@igras.ru, [3]sheludyakova-mariya@ya.ru, [4]Yakovishina@mail.ru, [5]yashkovia@mail.ru

Аннотация. Академик Иван Иванович Лепёхин, известный русский путешественник и натуралист, оставил значительный след в отечественной истории как разносторонний естествоиспытатель, посвятивший себя познанию регионов России, в том числе и изучению степей юга Европейской части. Авторами статьи реализуются проект под названием *«Плавучий университет академика И.И. Лепёхина» (2018-2023)* в формате научно-просветительской экспедиции «Флотилия плавучих университетов» в Среднем и Нижнем Поволжье, Прикаспии и Южном Приуралье. В составе «Флотилии плавучих университетов» нам удалось 05-06 июля 2022 г. проехать от Камышина до озера Эльтон напрямую через степь, повторив на этом участке маршрут И.И. Лепёхина и посетив большую часть объектов, описанных им на страницах Дневных записок.

На сегодняшний день в рамках «Плавучего университета академика И.И. Лепехина» нами изучен на современном уровне впервые описанный И.И. Лепехиным ориктоценоз пермских отложений района Каргалинских рудников в Оренбургском Приуралье, разработан проект комплекса мемориальных знаков и массовых мероприятий. По итогам экспедиций к 280-летию со дня рождения ученого открыта межмузейная выставка.

Ключевые слова: Лепёхин, Флотилия плавучих университетов, Эльтон, степи.

Abstract. Academician Ivan Ivanovich Lepyokhin, a famous Russian traveler and naturalist, left a significant mark in Russian history as a versatile naturalist who devoted himself to the knowledge of the regions of Russia, including the study of the steppes of the south of the European part. The authors of the article realize the project called "Floating University of Academician I.I. Lepyokhin" (2018-2023) in the format of scientific and educational expedition "Flotilla of Floating Universities" in the Middle and Lower Volga region, the Caspian Sea and the Southern Urals. On July 5-6, 2022 as part of the "Flotilla of Floating Universities" we managed to travel from Kamyshin to Lake Elton directly through the steppe, repeating the route of I.I. Lepyokhin and visiting most of the objects described by him on the pages of his Daily Notes.

To date, within the framework of the "Floating University of Academician I.I. Lepekhin", we have studied at the modern level the oryctocenosis of Permian deposits of the Kargalinskiye mines area in the Orenburg Urals for the first time described by I.I. Lepekhin, and developed a project of a complex of memorial signs and public events. An inter-museum exhibition was opened based on the results of expeditions to the 280th anniversary of the scientist's birth.

Key words: Lepekhin, Flotilia of floating universities, Elton, steppes.

Введение. Академик Иван Иванович Лепёхин (1740-1802), известный русский путешественник и натуралист, оставил значительный след в отечественной истории как разносторонний естествоиспытатель, посвятивший себя географическим исследованиям и приобретению широкого спектра научных знаний, в том числе и изучению степей юга Европейской части России. Возможность изучать природу этого региона нашей страны

появилась у И.И. Лепёхина во время полевого сезона 1769 года, когда он, возглавляя один из трёх «Оренбургских» отрядов Больших академических экспедиций, с исследовательскими целями проделал огромный путь от Симбирска (ныне Ульяновска), где прошла зимовка 1768-1769 гг., до Астрахани, откуда по пустыням Прикаспийской низменности И.И. Лепёхин вышел к низовьям реки Яик (Урал) и, продвигаясь потом вдоль неё на север, добрался до южных районов Башкирии, где в городке Табынск (ныне село Табынское) на реке Белой остановился на следующую зимовку.

Результаты всех своих наблюдений и собранные по пути естественнонаучные и прочие данные И.И. Лепёхин аккуратно и систематично фиксировал в своём походном дневнике, который был потом опубликован под названием «Дневные записки» [1]. Содержащаяся в них подробная информация позволила с опорой на современные картографические материалы проследить в деталях маршрут И.И. Лепёхина и дать достаточно точную пространственную привязку обследованных им природных объектов [2, 3].

Материалы и методы. В работе использованы научные труды академика И.И. Лепёхина, а также картографические материалы Института географии РАН.

На основе исторических записей была проложена нитка маршрут на карте по местам следования отряда Лепёхина. Путь от г. Камышин до оз. Эльтон, которым следовал академик был пройден авторами статьи 5-6 июля 2022 года.

Обсуждение. Одним из интересных событий полевого сезона 1769 г. стала научная экскурсия И.И. Лепёхина на солёное озеро Эльтон, которую он совершил во время своего пребывания в городе Дмитриевске (ныне Камышин). «*Эльтонское озеро, находящееся на луговой стороне Волги, как наидостопамятнейшую вещь в сем нашем путешествии не хотели оставить без осмотру*» [1, с. 400]. Для этого И.И. Лепёхин 29 июня переправился на левый берег Волги и дошёл до Эльтона по проложенному через степь солевозному тракту. Проведя свои наблюдения на нескольких объектах по пути и непосредственно на озере, исследователь той же дорогой 5 июля вернулся обратно в Дмитриевск, чтобы потом продолжить своё продвижение вниз по Иловле в сторону Царицына.

Спустя два с половиной века группе исследователей из состава «Флотилии плавучих университетов» удалось 5-6 июля 2022 г. проехать от Камышина до озера Эльтон напрямую через степь, повторив на этом участке маршрут И.И. Лепёхина и посетив большую часть объектов *(таблица 1),* описанных им на страницах «Дневных записок», включая «*так называемое Пресное озеро*» в семи верстах от Никольской слободы [1, с. 402-403], озеро Могута (ныне лиман Могута) [1, с. 403, 413], Балухтинский умёт [1, с. 403-404], на месте которого ещё в середине XX века располагался центральная усадьба совхоза Булухта, ныне заброшенная, «*так называемое Горькое озеро. Оно верстах в пяти находится от Балухтинского умёта в сторону*» [1, с. 411-412], Круглое озеро (ныне луг круглой формы) в пяти верстах от Эльтона [1, с. 404] и, собственно, само озеро Эльтон и его ближайшие окрестности [1, с. 404-411].

«В дневниках Лепехина исчислено и описано множество трав и растений. Это исчисление и описание, важное в научном отношении в высшей степени любопытно потому, что знакомит нас с чисто-русскою научною терминологией» [4]

На счету у Ивана Ивановича Лепехина более 20 новых названий растений. Некоторые из них описаны подробно, для других приведены только названия.

На страницах записок, посвященных путешествию на Эльтон [1, с. 400-419], ботанические заметки немногочисленны, но очень важны для понимания состояния растительного мира на тот момент. Наметанный взгляд опытного естествоиспытателя отмечает: «Выехав из Никольской слободы около трех верст, степь вся покрыта была глубокими песками, где никакой травы не видно было кроме дуркамана, или малого дурнишника (*Xanthium strumarium* L.) … Дорог к Эльтону столь много, что и перечесть их трудно, и сие единственно сделано для лучшего содержания рабочего скота: но со всем тем степь от чрезмерной засухи так была безтравна, что волы более насыщались соленою землею, нежели растениями.»

При продвижении к озеру Эльтон, Лепехин отмечает новые виды, которые встречаются на определённых точках маршрута в связи с изменением биотопов. Например, около умета близ озера Могута Иван Иванович отмечает вид, предпочитающий солонцеватые степи – додарцию восточную «Около сего умета первый раз попалось нам восточное растение, от Додарта прозванное. Его было тут очень много в цвету и с семенами (*Dodartia orientalis* L.).».

Следующий ботанический объект в Дневных записках – виды растений, встреченные на засоленных берегах Эльтона: «Как около Эльтонского озера, так и на самых падях онаго в

великом изобилии растут различные соленые травы, как то соляная лебеда (*Chenopodium salsum* L.), козлиная солянка (*Salsola tragus* L.), розовая солянка (*Salsola rosacea* L.), павилишная солянка (*Salsola prostrata* L.), соляная солянка (*Salsola salsa* (L.) L.), листовая Анабазис (*Anabasis foliosa* L.), трава саликорния (*Salicornia herbacea* L.), каспийская саликорния (*Salicornia capsica* L.), желтокорень татарский (*Statice tatarica* L.), желтокорень чепыжный (*Statice fruticosa* Lepech.).»

Таблица 1

Маршрут экспедиции И.И. Лепёхина 29 июня – 5 июля 1769 г. из города Дмитриевска (Камышина) к озеру Эльтон и обратно (А.Г. Хропов, 22.01.2024 г.)

Дата	Путь, пройденный в указанную дату, привязка к квадратам на карте	Упомянутый в дневнике населенный пункт или другой геогр. объект	Координаты объекта в двух форматах	Ссылка на «Яндекс карты»
1769_06_29	г. Дмитриевск [Камышин] – Никольская слобода [*затоплена, находилась напротив г. Камышина на левом берегу Волги*] – оз. Могута [лиман Могута]	г. Дмитриевск [Камышин]	*широта 50.081676 (50°4'54"), долгота 45.410842 (45°24'39")*	*https://yandex.ru/maps/10959/kamishin/?ll=45.414244%2C50.083343&source=serp_navig&z=13*
		Никольская слобода [*затоплена*]	*широта 50.083111 (50°4'59"), долгота 45.508173 (45°30'29")*	*https://yandex.ru/maps/?ll=45.545643%2C50.090371&source=serp_navig&z=12*
		оз. Могута [лиман Могута]	*широта 49.711623 (49°42'42"), долгота 45.748013 (45°44'53")*	*https://yandex.ru/maps/?l=sat%2Cskl&ll=45.579953%2C50.021288&source=serp_navig&z=15*
1769_06_30	оз. Могута [лиман Могута] – Балухтинский умёт при Балухтинских озерах [в 1942 г. свх. Булухта, ныне – узел степных дорог с отм. 22,2 у арт. к.] – оз. Эльтон	оз. Могута [лиман Могута]	*широта 49.711623 (49°42'42"), долгота 45.748013 (45°44'53")*	*https://yandex.ru/maps/?l=sat%2Cskl&ll=45.579953%2C50.021288&source=serp_navig&z=15*
		Балухтинский умёт при Балухтинских озерах [в 1942 г. свх. Булухта, ныне – узел степных дорог с отм. 22,2]	*широта 49.383451 (49°23'0"), долгота 46.159290 (46°9'33")*	*https://yandex.ru/maps/?l=sat%2Cskl&ll=46.162989%2C49.383479&source=serp_navig&z=16 http://etomesto.com/map-rkka_ug/?x=46.159290&y=49.383451*
		оз. Эльтон	*широта 49.118133 (49°7'5"), долгота 46.557183 (46°33'26")*	*http://etomesto.com/map-genshtab_m38-g/?x=46.557183&y=49.118133*
1769_07_01-02	оз. Эльтон	оз. Эльтон	*широта 49.118133 (49°7'5"), долгота 46.557183 (46°33'26")*	*https://yandex.ru/maps/?l=sat%2Cskl&ll=46.740500%2C49.143584&source=serp_navig&z=12*
1769_07_03	стр. 411: «Возвращаясь с Эльтонского озера заехали мы на так называемое Горькое озеро. Оно верстах в пяти находится от Балухтанского умёта в сторону.» - Могутинский умёт [лиман Могута]	оз. Эльтон	*широта 49.118133 (49°7'5"), долгота 46.557183 (46°33'26")*	*https://yandex.ru/maps/?l=sat%2Cskl&ll=46.740500%2C49.143584&source=serp_navig&z=12*
		Балухтанский умёт [в 1942 г. свх. Булухта, ныне – узел степных дорог с отм. 22,2]	*широта 49.383451 (49°23'0"), долгота 46.159290 (46°9'33")*	*https://yandex.ru/maps/?l=sat%2Cskl&ll=46.162989%2C49.383479&source=serp_navig&z=16 http://etomesto.com/map-rkka_ug/?x=46.159290&y=49.383451*

Дата	Путь, пройденный в указанную дату, привязка к квадратам на карте	Упомянутый в дневнике населенный пункт или другой геогр. объект	Координаты объекта в двух форматах	Ссылка на «Яндекс карты»
		Горькое озеро [оз. Булухта]	*широта 49.358665 (49°21'31"), долгота 46.107321 (46°6'26")*	*https://yandex.ru/maps/?l=sat%2Cskl&ll=46.128762%2C49.351896&source=serp_navig&z=14*
		Балухтанский умёт [в 1942 г. свх. Булухта, ныне – узел степных дорог с отм. 22,2]	*широта 49.383451 (49°23'0"), долгота 46.159290 (46°9'33")*	*https://yandex.ru/maps/?l=sat%2Cskl&ll=46.162989%2C49.383479&source=serp_navig&z=16* *http://etomesto.com/map-rkka_ug/?x=46.159290&y=49.383451*
		Могутинский умёт [лиман Могута]	*широта 49.711623 (49°42'42"), долгота 45.748013 (45°44'53")*	*https://yandex.ru/maps/?l=sat%2Cskl&ll=45.747587%2C49.712257&source=serp_navig&z=14* *http://www.etomesto.ru/map-rkka_ug/?x=45.744200&y=49.712200*
1769_07_04	Могутинский умёт [лиман Могута] – Никольская слобода [*затоплена, находилась напротив г. Камышина на левом берегу Волги*]	Могутинский умёт [лиман Могута]	*широта 49.711623 (49°42'42"), долгота 45.748013 (45°44'53")*	*http://etomesto.com/map-genshtab_m38-g/?x=45.748013&y=49.711623* *http://www.etomesto.ru/map-rkka_ug/?x=45.744200&y=49.712200*
		Никольская слобода [*затоплена*]	*широта 50.083111 (50°4'59"), долгота 45.508173 (45°30'29")*	*https://yandex.ru/maps/?ll=45.545643%2C50.090371&source=serp_navig&z=12*
1769_07_05	Переправа через Волгу из Никольской слободы в Дмитриевск	Никольская слобода [*затоплена*]	*широта 50.083111 (50°4'59"), долгота 45.508173 (45°30'29")*	*https://yandex.ru/maps/?ll=45.545643%2C50.090371&source=serp_navig&z=12*
		г. Дмитриевск [Камышин]	*широта 50.081676 (50°4'54"), долгота 45.410842 (45°24'39")*	*https://yandex.ru/maps/10959/kamishin/?ll=45.414244%2C50.083343&source=serp_navig&z=13*

Примечание. Современные названия объектов, если они отличаются от упомянутых в дневнике И.И. Лепёхина, даны в квадратных скобках. Основные сокращения: г. – город; р. – река; оз. – озеро, отм. – отметка высот, свх. – совхоз, арт. к. – артезианский колодец.

Среди них заслуживает внимания название желтокорень чепыжный (*Statice fruticosa* Lepech.), название вида, которое дает Лепёхин, по его мнению, новому виду растений. К сожалению, в тексте не приводится описания или иллюстрации этого вида растения. В немецком издании записок [5], признаков растения не приведено, а также как и в русском издании приведено только название вида. Возможно, Лепехин планировал дать детальное описание растения в отдельной публикации, но не успел этого сделать. Гербарных сборов Лепехина этого вида растения обнаружить пока не удалось.

После Эльтона отряд повернул к озеру Горькое, и Лепехин делает несколько отметок «По берегам сего озера много росло Калмыцкого ладану (*Tamarix gallica* L.), которым деревцом калмыки окуривают своих Бурханов или Богов. Где были песчаные места, тут занимала место

зиманиха (*Nitraria schoberi* L.), которая еще в то время не цвела. Гладкая франкерия (*Frankenia laevis* L.) произрастала между ими целыми кустиками». Отметим, что виды растений Лепехин чаще всего приводит вместе с этнографическими пометками, или как пояснение «чебысга или дудочка, которая в верховых городах сиповкою прозывается, и делается или из камыша, или из дягильных стеблей (*Angelica sylvestris* L.), или из таловых прутьев».

По свидетельствам его учеников и последователей, Иван Иванович Лепёхин собрал большую ботаническую коллекцию, но следы его гербария затерялись. Видимо, после попадания в коллекции Кунсткамеры гербарий был совмещён с гербариями других коллекторов и возможно попал в частные коллекции. В коллекции Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (LE) встречаются единичные образцы.

«Плавучий университет академика И.И. Лепёхина». Коллективом авторов данной статьи реализуется комплекс мероприятий, объединённый под названием *«Плавучий университет академика И.И. Лепёхина» (2018-2023)* в формате научно-просветительской экспедиции «Флотилия плавучих университетов» в Среднем и Нижнем Поволжье, Прикаспии и Южном Приуралье. Классический вариант «плавучего университета», совмещающий научные и образовательные формы взаимодействия учёных и студентов, расширен ключевой новацией – просвещением населения, в первую очередь, обучающейся молодежи, в населённых пунктах по маршрутам экспедиции [6]. Основными задачами проекта *«Плавучий университет академика И.И. Лепёхина»* определены: детализация исторического маршрута «физической» «оренбургской» экспедиции (отряда) под руководством И.И. Лепёхина, дополнительное осмысление его трудов (прежде всего «Дневных записок» [1]), изучение современного состояния природных и природно-антропогенных объектов, описанных Лепёхиным, анализ исторической памяти о Больших академических экспедициях среди населения регионов, а также сбор артефактов для музейных выставок, посвящённых памятным датам истории науки. Проект осуществляется Институтом географии РАН (Москва), Музеем землеведения МГУ, Ботаническим институтом РАН (Санкт-Петербург), Палеонтологическим институтом имени А.А. Борисяка РАН (Москва), Институтом степи РАН (Оренбург), Музеем геологии нефти и газа (Ханты-Мансийск) и Молодёжным клубом РГО «Новое поколение» (г. Камышин).

На сегодняшний день в рамках «Плавучего университета академика И.И. Лепехина» нами изучен на современном уровне впервые описанный И.И. Лепехиным ориктоценоз пермских отложений района Каргалинских рудников в Оренбургском Приуралье [7, 8], разработан проект комплекса мемориальных знаков и массовых мероприятий (прежде всего в селе Лепехинка Саратовской области (2018, 2020) и г. Камышин Волгоградской области (2019, 2021, 2022, 2023), где в 2021 году впервые сооружен бюст И.И. Лепехина) [9]. По итогам экспедиций к 280-летию со дня рождения ученого открыта межмузейная выставка [10]. Проект «Плавучий университет И.И. Лепехина» признан финалистом «Премии РГО» и премии «Хрустальный компас».

Очерк геологического строения района озера Эльтон. Озеро Эльтон - один из самых интересных природных объектов не только Волгоградской области, но и Нижнего Поволжья. Эльтон – одно из крупнейших самосадочных соляных озер Европы, занимает бессточную котловину и имеет почти правильную форму площадью 187 кв. км. Дно озёра лежит на 18 метров ниже уровня мирового океана и в большей своей части покрыто сплошным слоем довольно чистой по составу поваренной соли (97% NaCI). Озеро Эльтон представляет собой известное месторождение калийной соли. Средняя и западная части озера обычно бывают покрыты незначительным слоем (40-50 см) воды, представляющей собой так называемую «рапу» (густой рассол). В годы минимальных осадков воды в озере совсем не остается. Под влиянием ветров рапа озера перегоняется на значительные расстояния и нередко заходит в устьевые части впадающих в Эльтон речек [11].

Озеро находится в зоне полупустыни с однообразным, сильно сглаженным рельефом, представляющим собой равнину, незначительно возвышающуюся над уровнем моря. В центральной части этой равнины и располагается бессточное соленое озеро Эльтон. Берега озера изрезаны небольшими оврагами и несколькими долинами маловодных рек. Однообразный, равнинный характер рельефа нарушается наличием двух холмообразных возвышенностей. На восточном берегу озера расположен холм, носящий название горы Улаган. Она состоит из трех соединенных между собой гряд, вытянутых с северо-востока на юго-запад. Центральная, самая высокая гряда, возвышается над уровнем озера на 85 м. Северо-западный склон горы Улаган сравнительно крутой, а на юго-востоке она постепенно переходит в окружающую ее равнину. На

западном берегу озера расположена небольшая уплощенная возвышенность Пресный Лиман, высота которой не превышает 43 м над уровнем озера Эльтон.

Наибольший интерес с геологической точки зрения представляют обнажения в береговой зоне озера Эльтон. Озеро располагается в северо-западной части Прикаспийской синеклизы, крупного отрицательного структурного элемента на юго-востоке Восточно-Европейской платформы. Это область автивного галокинеза для которого характерна солянокупольная тектоника, которая и привела 40-50 тыс. лет назад к появлению этого озера после регрессии Хвалынского моря.

Озеро находится на вершине соляного купола (диапира), образованного галитово-ангидритовой тонкослоистой формацией кунгурского яруса нижнего отдела пермской системы значительной мощности. В купольной части диапира активно проявилась солянокупольная тектоника, породы диапира и кэпрока (перекрывающих диапир пород) разбиты тектоническими разломами. В процессе эпигенеза часть купола была размыта, в этой части первично сохранилась морская вода Хвалынской трансгрессии Палеокаспийского моря, что дало дальнейшее развитие существованию озера. Все породы, обнажающиеся на берегу озера, первоначально перекрывали кунгурский соляной диапир.

В геологическом строении района участвуют отложения пермской, триасовой, юрской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем *(рисунок 1)*. Пермские отложения обнажаются в данном районе только на северном берегу озера Эльтон (в заброшенном карьере), а в других и местах вскрыты скважинами. Они представлены бурыми известковистыми глинами, известковистыми песчаниками и розовато-сиреневыми кристаллическими известняками казанского яруса верхней перми. Подстилающие их отложения, относящиеся к уфимскому и кунгурскому ярусам перми, вскрыты Эльтонской опорной скважиной [12], пробуренной юго-восточнее озера Эльтон. Более древние отложения нигде в коренном залегании не встречены, хотя имеются данные о находке девонской фауны в гальках плотного кремнистого известняка, найденных среди галечников, залегающих в основании хазарских слоев в районах озер Эльтон и Баскунчак [13].

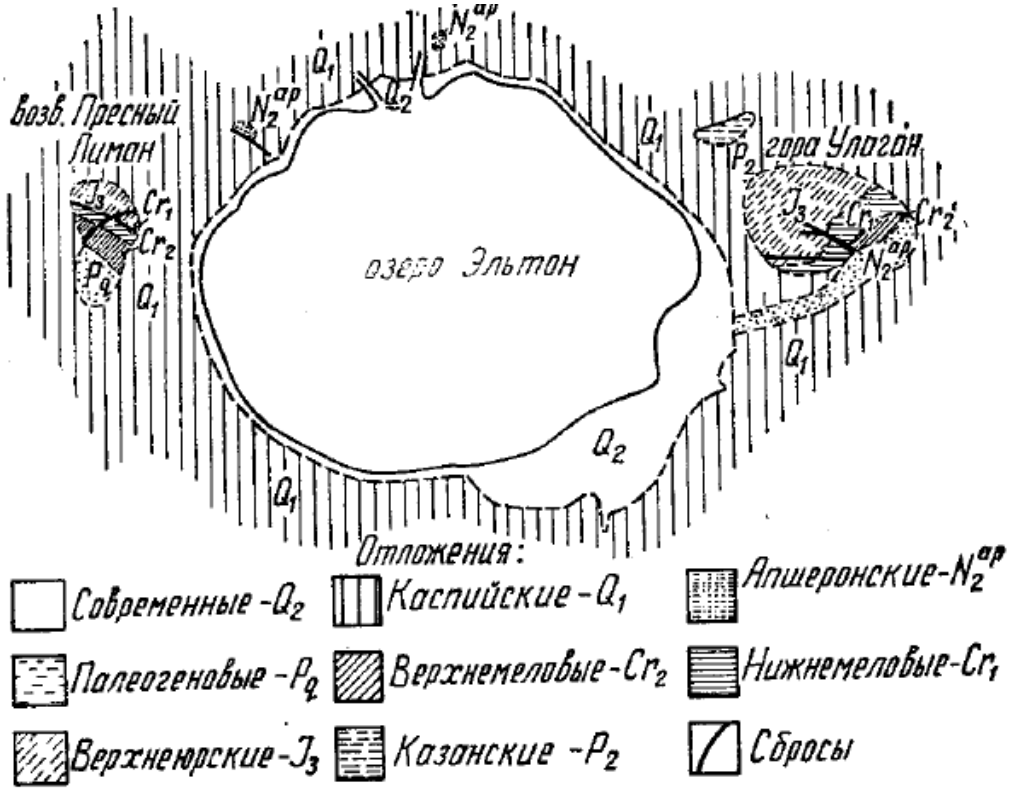


Рисунок 1. Схематическая геологическая карта района озера Эльтон по Зиновьев, 1976.

Благодарности и источники финансирования. *Материал для исследования получен в ходе научно-просветительской экспедиции «Флотилия плавучих университетов». Исследование*

выполнено при финансовой поддержке государственных заданий Музея землеведения МГУАААА-А16-116042010089-2 «Биосферные функции экосистем, их компонентов и рациональное природопользование» (научный руководитель, профессор А.В. Смуров) и АААА-А16-116042710030-7 «Музееведение и образование музейными средствами в области наук о Земле и жизни» (научный руководитель, профессор В.В. Снакин), в рамках темы государственного задания Института географии РАН FMWS-2024-0007 (1021051703468-8) «Биотические, географо-гидрологические и ландшафтные оценки окружающей среды для создания основ рационального природопользования» (научный руководитель, член-корр. РАН А.А. Тишков). Работа выполнена при поддержке Программы развития МГУ, проект № 23-Ш02-17 «Разработка основ создания, функционирования и развития комплексного научно-просветительского университетского молодежного музея на примере МГУ имени М.В. Ломоносова» (руководитель А.В. Иванов). Проект реализуется в рамках НОШ МГУ(Ш02): Междисциплинарная научно-образовательная школа «Сохранение мирового культурно-исторического наследия». Исследование выполнено при финансовой поддержке программы социальных инвестиций «Родные города» компании «Газпром нефть» (проект «Мобильная интерактивная лаборатория «Геолаб»). Работа выполнена в рамках научно-исследовательского проекта Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (тема № АААА-А18-118022090078-2 – Гербарные фонды БИН РАН (история, сохранение, изучение и пополнение)).

Список литературы

1. Лепехин И.И. Дневные записки путешествия доктора и академии наук адъюнкта Ивана Лепехина по разным провинциям Российского государства, 1768 и 1769 году. Часть I. СПб., 1771. 537 с. URL: http://www.runivers.ru/upload/iblock/9be/Lepehin_ch1.pdf (электронная библиотека «Руниверс»).

2. Хропов А.Г. «Дневные записки» академика И.И. Лепёхина как источник историко-географической информации // Вопросы географии. Сб. 136. Историческая география. М.: Издательский дом «Кодекс», 2013. С. 430-446.

3. Хропов А.Г. Реконструкция маршрутов участников «физических» экспедиций Академии наук 1768-1774 гг. по современным картографическим материалам // Кунсткамера. 2019. № 3 (5). С. 239-251.

4. Сухомлинов М.И. Академик Иван Иванович Лепехин // История Российской академии. Вып. II. СПб.: Типография Императорской Академии Наук, 1875. С. 157-299.

5. Lepechin I. Tagebuch der Reise durch verschiedene Provinzen des russischen Reiches in den Jahren 1768 und 1769. Part I. Altenburg, 1774. 332 p.

6. Иванов А.В., Яшков И.А., Захаров Е.Е. Экспедиции по Поволжью и Прикаспию. Этюды половины тысячелетия. От первых путешественников до «Флотилии плавучих университетов». М.: Русскій Міръ, 2021. 224 с. (Труды «Флотилии плавучих университетов». Т. 1).

7. Иванов А.В., Наугольных С.В., Новиков И.В., Ульяхин А.В. Ориктоценоз медистых песчаников Оренбургского Приуралья (бассейн реки Каргалки): тафономические, палеоэкологические и геохимические особенности // Проблемы палеоэкологии и исторической геоэкологии: Материалы конференции памяти профессора В.Г. Очева / под ред. А.В. Васильева, И.В. Новикова, А.В. Иванова, В.П. Морова, А.И. Файзулина. Москва-Самара-Тольятти: Палеонтологический институт РАН, Институт географии РАН, СамГТУ, 2021. С. 56-58.

8. Naugolnykh S.V., Ivanov A.V., Uliakhin A.V., Novikov I.V. Paleoecological and Depositional Environment of Permian Copper-Bearing Sandstone Fossil Plants and Tetrapod Localities: Records from Bashkortostan and Kargalka River Basin, Orenburg Region, Russia // Paleontological Journal. 2022. Vol. 56. No. 11. P. 1538-1555.

9. Иванов А.В., Яшков И.А., Аяцков Д.Ф., Леденцова Е.А. Академик И.И. Лепехин и Большие Академические экспедиции 1768-1774 гг.: историческая память // Жизнь Земли. 2021. Т. 43. № 4. С. 535-545. DOI: 10.29003/m2517.0514-7468.2020_43_4/535-545.

10. Иванов А.В., Яшков И.А., Снакин В.В., Новиков И.В., Ульяхин А.В., Дорожко Т.В. «Маршрутами «Оренбургской» «физической» экспедиции И.И. Лепехина по Поволжью и Приуралью в музейном пространстве» – проект выставки к 280-летию со дня рождения выдающегося ученого и путешественника // Наука в вузовском музее: Материалы ежегодной Всеросс. науч. конф. с междунар. участием. М.: МГУ – МАКС Пресс, 2020. С. 68-70.

11. Бакин И.А, Шиндяпин П.А. Результаты геологической съемки, произведенной в окрестностях оз. Эльтон // Ученые записки Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского. 1935. Т. XIII. Вып. 2. С. 67-90.

12. Эвентов Я.С. Западная часть Прикаспийской впадины // Очерки по геологии СССР (по материалам опорного бурения). Л., Гостоптехиздат, 1956. С. 28-56.

13. Зиновьев М.С. Позднеюрские двустворчатые моллюски района озера Эльтон. Х.: «Вища школа», Изд-во при Харьк. ун-те, 1976. 92 с.

УДК 556.18; 628.099
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1443-1451

КОНЦЕПТ-ПРОЕКТ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОБЛЕМ БАССЕЙНА РЕКИ УРАЛ

A CONCEPT PROJECT FOR SOLVING WATER MANAGEMENT PROBLEMS IN THE URAL RIVER BASIN

Цинберг М.Б., Ненашева М.Н.
Tsinberg M.B., Nenasheva M.N.

ООО «Инновационная компания «Экобиос», Оренбург, Россия
LLC "Innovation company "Ecobios", Orenburg, Russia

E-mail: icecobios@list.ru

Аннотация. Цель работы: подготовка научно-обоснованных предложений по снижению экологических рисков, связанных с малой водностью и ухудшением качества воды р. Урал, а также по созданию регулирующего механизма для субъектов Российской Федерации в пределах бассейна р. Урал (Челябинская область, Республика Башкортостан, Оренбургская область).

Методология проведения работ включает анализ возможных путей и подходов по обеспечению повышения водности бассейна р. Урал и оценку базовых технологических решений по созданию и внедрению очистных сооружений канализации для малых населенных пунктов. Авторы имеют многолетний опыт по разработке и внедрению инновационных технологий для очистки промышленных и бытовых сточных вод. Концепции рационального водопользования на объектах ТЭК, разработанные доктором медицинских наук, профессором, президентом ООО «Инновационная компания «Экобиос» Цинбергом М.Б., являются актуальными для создания бессточных систем водоснабжения предприятий.

Предложение о создании регулирующего механизма финансовых платежей в области использования и охраны водных объектов является базовым для разработки концепт-проекта «Оздоровление реки Урал» и предусматривает стимулирование рационального водопользования между субъектами РФ бассейна реки Урал и ее притоков. Значимость данного предложения заключается в возможности его распространения для других речных бассейнов и оперативного принятия мер на уровне субъектов.

Ключевые слова: качество воды, рациональное водопользование, очистки сточных вод, оборотные системы водоснабжения, регулирующий механизм финансовых платежей за сброс загрязненных сточных вод.

Abstract. Purpose of the work: preparation of scientifically based proposals to reduce environmental risks associated with low water availability and deterioration of the water quality of the river. Ural, as well as development of a regulatory mechanism for the constituent entities of the Russian Federation within the Ural River basin (Chelyabinsk region, Republic of Bashkortostan, Orenburg region).

The methodology for carrying out the work includes an analysis of possible ways and approaches to ensure an increase in water availability in the Ural River basin and an assessment of basic technological solutions for the development and implementation of sewage treatment facilities for small settlements. The authors have many years of experience in the development and implementation of innovative technologies for the treatment of industrial and domestic wastewater. The concepts of rational water use at fuel and energy complex facilities, developed by M.B. Tsinberg, Doctor of Medical Sciences, Professor, President of Ecobios Innovation Company LLC, are relevant for the development circulating water supply systems for enterprises.

The proposal to development a regulatory mechanism for financial payments is the basis for the development of the concept project "Improvement of the Ural River" and provides for the stimulation of rational water use between the constituent entities of the Russian Federation in the Ural River basin and its tributaries. The significance of this proposal lies in the possibility of its dissemination to other river basins and the prompt adoption of measures at the level of constituent entities.

Key words: water quality, rational water use, wastewater treatment, circulating water supply systems, regulatory mechanism of financial payments for the discharge of polluted wastewater.

Введение. Урал – река в Восточной Европе, протекает по территории России и Казахстана, впадает в Каспийское море. Длина реки Урал – 2428 км. Это третья по длине река Европы, уступающая только Волге и Дунаю. Река Урал относится к крупнейшим водным артериям России. Река протекает по территории России (Челябинская и Оренбургская области, Республика Башкортостан) и Казахстана [1].

Главной особенностью реки является чрезвычайная неравномерность стока: в многоводный год сток Урала может быть больше, чем в маловодный, в 20 раз. В административном отношении бассейн реки Урал в границах Российской Федерации занимает площадь 121,9 тыс. км^2, это 52,8% от территории всего бассейна. Здесь расположены частично три субъекта Российской Федерации: Оренбургская область 33,8% территории бассейна, Республика Башкортостан – 11,8% и Челябинская область – 7,1%. Водное хозяйство реки Урал испытывает целый ряд проблем: 1) дефицит водных ресурсов; 2) неудовлетворительное снабжение населения питьевой водой; 3) возрастание ущерба от вредного воздействия вод; 4) загрязнение водных объектов, в том числе от техногенных аварий.

Актуальность темы исследований обусловлена тем, что проблемы трансграничного водопользования стали существенной частью экологических, социальных и экономических проблем в отношениях, как между странами, так и между субъектами. Неэффективное использование водных ресурсов, загрязнение водных объектов и их деградация снижает уровень безопасности жизни населения от воздействия водного фактора, ведет к увеличению затрат общества на восстановление и охрану водных объектов [2].

Материалы и методы. Методология проведения работ включает анализ возможных путей и подходов по обеспечению повышения водности бассейна р. Урал за счет рационального водопользования и оценку базовых технологических решений по созданию и внедрению очистных сооружений канализации для малых населенных пунктов для обеспечения улучшения качества воды в р. Урал на основе аналитического обзора материалов в региональных ежегодных изданиях в области охраны окружающей среды и использования природных ресурсов, ежегодниках «Качество поверхностных вод Российской Федерации» ФГБУ «ГХИ», докладах ФАВР «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации», отчетных документах и публикациях компании «Экобиос», трудах отечественных и зарубежных ученых по вопросам водопользования, а также обзора отраслевых справочников по наилучшим доступным технологиям ИТС 10-2019 и ИТС 8-2022.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ современной ситуации показывает, что в Российской Федерации под влиянием хозяйственной деятельности на фоне изменения водности происходит деградация водных экосистем. Это не только ведет к ухудшению качества воды, но и вызывает негативные изменения других экосистем, связанных с водой – наземной, воздушной, подземной. По существу, происходит ресурсное истощение водных ресурсов речных бассейнов (в широком смысле этого слова), в результате которого они становятся неспособными поддерживать биоразнообразие, сбалансированность и устойчивость биоты, а, следовательно, и всего сообщества в целом [3-4].

Основные принципы Водного законодательства [5] и Стратегического развития водного хозяйства Российской Федерации включают следующее [6, 7]:

– значимость водных объектов в качестве основы жизни и деятельности человека;

– приоритет охраны водных объектов перед их использованием. Использование водных объектов не должно оказывать негативное воздействие на окружающую среду;

– регулирование водных отношений в границах бассейновых округов (бассейновый подход);

– комплексное использование водных объектов. Использование водных объектов может осуществляться одним или несколькими водопользователями;

– платность использования водных объектов. Пользование водными объектами осуществляется за плату, за исключением случаев, установленных законодательством Российской Федерации;

– экономическое стимулирование охраны водных объектов. При определении платы за пользование водными объектами учитываются расходы водопользователей на мероприятия по охране водных объектов.

На основе анализа результатов реализации стратегической инициативы в сфере водного хозяйства при разработке концепт-проекта «Оздоровление реки Урал», обеспечивающего улучшение качества воды в р. Урал учтены следующие подходы:

– приоритетность проблем на территории РФ бассейна реки Урал;

– дифференцировать показателей;

– согласование с региональными и бассейновыми приоритетами в государственных программах субъектов со стратегическими показателями национального уровня.

Разработка концепт-проекта «Оздоровление реки Урал», обеспечивающего улучшение качества воды в р. Урал за счет снижения негативного воздействия от промстоков и сбросов загрязненных сточных вод с очистных сооружений канализации городов и малых населенных пунктов, должна учитывать все особенности перехода к новому государственному регулированию, основанному на принципах наилучших доступных технологий (НДТ). Основная цель перехода – мотивация промышленности к эколого-технологической модернизации и минимизации сброса сточных вод в водоемы.

В справочнике ИТС 10-2019 [8] приведен анализ, который показывает, с одной стороны, обилие экологических проблем, связанных с использованием устаревших технологий, и столь же существенную нехватку финансирования для их решения – с другой стороны.

Сложившаяся ситуация определила необходимость формирования видоизмененных подходов в применении НДТ и трактовке самой терминологии. Термин «наилучшие» в данных условиях должен означать наибольшую эколого-экономическую эффективность технологии – максимальное количество предотвращенного вреда окружающей среде на рубль вложенных средств.

Согласно новым требованиям к условиям сброса очищенных сточных вод предполагается достаточным достижение показателей очистки, которые обеспечиваются применением рекомендуемых наилучших доступных технологий (НДТ).

Нормирование сбросов городских сточных вод предложено производить только по ограниченному числу показателей, а именно: азоту аммонийному, нитритам, нитратам, фосфатам, биологическому потреблению кислорода (БПК5), химическому потреблению кислорода (ХПК) и взвешенным веществам, при отсутствии в сточной воде загрязняющих веществ 1-й и 2-й категорий опасности с токсикологическим лимитирующим показателем вредности (ЛПВ).

Выбор НДТ для очистных сооружений конкретного объекта, на котором формируется поток сточных вод, должен базироваться на производительности очистного сооружения и категории водного объекта, принимающего сточные воды. При этом водный объект, в отличие от принятого ранее деления на культурно-бытовую и рыбохозяйственную категории водопользования, оценивается по категориям А, Б, В, Г, отличающимся по территориям формирования сточных вод, либо по содержанию соединений фосфора и азота в водных объектах согласно ГОСТ Р 56828.12-2016 [9].

Цель концепт-проекта «Оздоровление реки Урал» – обеспечение рационального водопользования и создание условий для улучшения (восстановления) качества воды бассейна реки Урал за счет внедрения наилучших доступных технологий (НДТ) и снижения объема отводимых загрязненных сточных вод с существующих очистных сооружений канализации.

Для оценки объемов приняты следующие данные: объемы отводимых сточных вод с существующих очистных сооружений канализации, приведенные в отчете [2] на основании данных отчетных докладов субъектов за 2020 г. Для оценки снижения объемов принято соотношение, кратное 3, по аналогии с соотношением объемов по Программе «Оздоровление Волги» [10].

С учетом вышеизложенного, рекомендуется обеспечить снижение объема отводимых загрязненных сточных вод с существующих очистных сооружений канализации в реку Урал с 271,71 млн м^3/год в 2023 году до 90,6 млн м^3/год в 2028 году [2], за счет:

– внедрения систем оборотного водоснабжения и сооружений очистки промышленных сточных вод на крупных предприятиях в соответствии с требованиями Справочника ИТС 8-2022 [11];

– строительства, реконструкции и модернизации канализационных очистных сооружений и канализации в малых населенных пунктах и городских округах в соответствии с требованиями Справочника ИТС 10-2019 [8];

– строительства ливневой канализации и сооружений очистки дождевых и талых вод в соответствии с требованиями Справочника ИТС 10-2019 [8].

Целевые показатели оздоровления:

1. Улучшение качества воды в бассейне р. Урал в каждом субъекте Российской Федерации (Республика Башкортостан, Челябинская область, Оренбургская область) с достижением 2-го класса качества «слабо загрязненная» поверхностных вод реки Урал ее притоков.

2. Обеспечение показателей качества очищенных и обеззараженных сточных вод в соответствии с требованиями Справочника ИТС 10-2019 [8].

3. Полный отказ от метода обеззараживания сточных вод хлором, при их сбросе в водный объект, с целью исключения образования хлорорганических соединений в водоеме и воздействия остаточного хлора на биоту водоема и человека. Замена хлорирования на ультрафиолетовое обеззараживание.

Достижение поставленных целей должно быть учтено при разработке «дорожной карты» по модернизации, реконструкции и строительству очистных сооружений на основе концепций рационального водопользования по оздоровлению реки Урал.

При разработке «дорожной карты» по модернизации, реконструкции и строительству очистных сооружений рекомендуется:

1) применить концепции рационального водопользования, предложенные авторами статьи [12-18], приведенные на *рисунке 1*;

2) учесть результаты мониторинга за состоянием водного объекта до реализации концепт-проекта «Оздоровление реки Урал» и в ходе его реализации с определением УКИЗВ, класса опасности и гидробиологических показателей;

ВАРИАНТ «А»

Обеспечивается за счет многократного, повторного использования глубоко очищенных сточных вод в техническом водоснабжении

ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ ВАРИАНТА «А»



Основные условия реализации: Наличие крупного промузла – потребителя технической воды на нужды подпитки оборотных систем

Эколого-экономическая целесообразность: Сокращение потребления свежей воды из водоисточников. Отказ от системы утилизации очищенных сточных вод (поля орошений или фильтрации, ЕСР и др.)

ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ ВАРИАНТА «В»



ВАРИАНТ «В»

Создается благодаря постоянному использованию очищенных стоков для поддержания пластового давления при разработке нефтяных месторождений

Основные условия реализации: Наличие нефтяного месторождения, использующего техническую воду для ППД

Эколого-экономическая целесообразность: Уменьшение потребления свежей воды из природных водоисточников

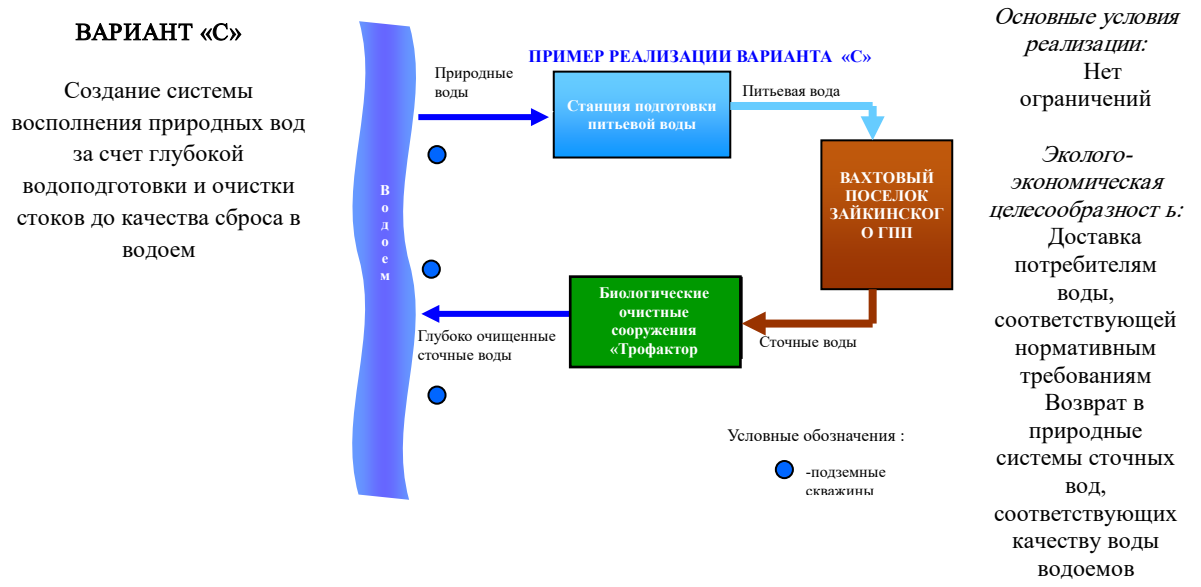


Рисунок 1. Основные условия и эколого-экономическая целесообразность реализации концептуального подхода рационального водопользования (Цинберг М.Б.).

3) обработать полученные результаты и оценить достижения поставленных целей по оздоровлению реки Урал и улучшению качества воды р. Урал с улучшением класса качества воды с 3 «а» или «б» до 2 класса за счет снижения антропогенной нагрузки.

– ***Концепция А*** – Разработка «дорожной карты» по модернизации, реконструкции и строительству оборотных систем водоснабжения и повторного использования сточных вод, а также локальных сооружений очистки промышленных сточных вод предприятий в соответствии с справочником ИТС 8-2022 с последующим повторным использованием в системе оборотного водоснабжения предприятия или сбросом в централизованную систему водоотведения (ЦСВ).

– ***Концепция В*** – разработка «дорожной карты» по модернизации, реконструкции и строительству сооружений очистки промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод предприятий в соответствии с требованиями Справочников ИТС 8-2022 и ИТС 10-2019 с последующим их использованием в системе поддержания пластового давления (ППД) на объектах ТЭК.

– ***Концепция С*** – разработка «дорожной карты» по модернизации, реконструкции и строительству канализационных очистных сооружений (КОС) поселений и городских округов, расположенных на российской территории бассейна реки Урал, в соответствии с требованиями Справочника ИТС 10-2019 и сбросом очищенных и обеззараженных сточных вод в реку Урал или ее притоки.

Основные направления мероприятий по реализации концепт-проекта «Оздоровление реки Урал»:

1. Оценка существующих сооружений очистки сточных вод на соответствие НДТ

1.2. Разработать региональные Программы по строительству, реконструкции и модернизации канализационных очистных сооружений предприятий ЖКХ;

1.3. Сформировать базовый комплект КОС на основе существующего оборудования для населенных пунктов производительностью до 100 м^3/сут (эквивалентное число жителей (ЭЧЖ) до 500 чел.), до 600 м^3/сут (ЭЧЖ до 3000 чел.), до 2000 м^3/сут (ЭЧЖ до 10 000 чел.).

2. Обеспечение повышения водности бассейна реки Урал

2.1. Внедрить промышленным предприятиям оборотные системы водоснабжения за счет многократного использования очищенных и доочищенных и обеззараженных сточных вод.

2.2. Ограничить использование пресной воды из поверхностных и подземных источников для поддержания пластового давления при добыче углеводородного сырья на объектах ТЭК за счет использования очищенных сточных вод.

2.3. Провести мониторинг и оценку целесообразности создания новых и эксплуатации существующих водохранилищ и прудов на всей протяженности бассейна реки Урал.

3 Создание регулирующего финансового механизма для субъектов Российской Федерации-пользователей водных ресурсов бассейна реки Урал (Республика Башкортостан, Челябинская область, Оренбургская область).

3.1. Провести оценку расходов воды реки Урал на границах российских регионов.

3.2. Использовать данные существующих постов наблюдений за качеством воды реки Урал на основе данных, приводимых в Ежегодниках ФГБУ «Гидрохимический институт» «Качество поверхностных вод Российской Федерации».

3.3. Разработать финансовый механизм осуществления платежей за загрязнения воды бассейна реки Урал при передаче водных ресурсов между субъектами.

В настоящее время очевидно, что экономическая стабильность не должна быть достигнута в ущерб экологической безопасности. В свете этого охрана окружающей среды не может быть гарантирована без правильного создания и использования экономических инструментов для экологического регулирования. Одним из инструментов воздействия является платность природопользования.

В 1972 г. впервые на международном уровне Организацией экономического содружества и развития был обоснован принцип «загрязнитель платит». С того момента данный принцип широко используется в законодательной политике европейских и других стран мира. Суть принципа заключается в том, что хозяйствующий субъект, деятельность которого привела к нарушению норм экологической безопасности, должен самостоятельно, за счет чистой прибыли, компенсировать экологические издержки, связанные с восстановлением нарушения [19].

Если рассматривать более детально принцип «загрязнитель платит», то согласно мнения зарубежных авторов, встречается несколько его интерпретаций:

1. Стандартная (standard interpretation): подразумевает, что субъекты платят за контролируемое загрязнение в пределах допустимой нагрузки на окружающую среду, но не за сам экологический ущерб, причиненный таким загрязнением.

2. Расширенная (extended interpretation): подразумевает, что субъекты компенсируют расходы на возмещение нанесенного окружающей среде ущерба, а не «право загрязнять».

3. Справедливая (the equitable polluter pays principle): подразумевает содержание, которое меньше завязано на экономических аспектах природоохранной деятельности и больше ориентировано на юридические вопросы определения субъекта-загрязнителя и степени его вины.

4. Дополнительная ответственность производителей (the extended producer's responsibility): подразумевает дополнительную ответственность за судьбу собственной продукции.

5. Торговля квотами (emissions trading; tradable permits): подразумевает существование так называемых «климатических бирж», где предметом купли-продажи являются разрешения на загрязнение в обозначенных объемах.

Анализируя приведенные трактовки принципа «загрязнитель платит», можно сделать следующие выводы:

1. Стандартная интерпретация обеспечивает предприятиям «право на загрязнение» в рамках установленных нормативов, возлагая на них лишь обязанность внесения экологических платежей, соотнося их с количественными показателями сбросов, выбросов и прочих видов негативного воздействия. При таком подходе не решается проблема восстановления окружающей среды и остается открытым вопрос о соотношении необходимой и реально взимаемой для этих целей сумме платежей. Данная интерпретация наиболее характерна для ряда стран, в том числе и для России.

2. Расширенную интерпретацию можно рассматривать как более прогрессивную относительно «стандартной». Развитие расширенной интерпретации должно привести к возникновению идеи применения в рамках принципа «загрязнитель платит» концепции «оптимального уровня загрязнения». Такой подход означает снижение загрязнения до максимального экономически целесообразного уровня.

3. «Справедливость» в отношении принципа «загрязнитель платит» означает, что загрязнитель отвечает за уменьшение своего «природоохранного» вклада в каждой конкретной ситуации, связанной с негативным воздействием на окружающую среду. Главным элементом данного механизма является пропорциональность распределения экологических издержек между несколькими загрязнителями, а также между загрязнителями и пострадавшими от загрязнения. Каждый должен отвечать именно за свой объем нанесенного ущерба.

4. Дополнительная ответственность производителей по своему смыслу означает ответственность производителя за судьбу собственной продукции. На него ложится обязательство по утилизации использованных продуктов. Предполагается, что такая мера служит стимулом для минимизации расходов на переработку посредством создания более экологически чистой продукции.

5. Торговля квотами на загрязнение известна прежде всего в качестве инструмента международного экологического регулирования, предусмотренного Киотским протоколом (1997 г.) к Рамочной конвенции ООН (1992 г.) и Парижским соглашением (2015 г.) об изменении климата. На текущий момент система квотирования выбросов занимает в мировых налогах на выбросы существенную долю. С 1 января 2020 г. по 31 декабря 2024 г. эксперимент по квотированию выбросов в атмосферный воздух охватывает 12 наиболее загрязненных городов России: Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец, Чита [20]. Интерес к использованию механизма торговли квотами на загрязнение атмосферного воздуха на международном и региональном уровнях вызван возможностью обеспечения максимальной рентабельности сформированного в регионе набора атмосфероохранных проектов. Что касается водных объектов, квотирование сбросов загрязняющих веществ в водные объекты отсутствует.

Изучение системы государственного регулирования в области использования и охраны водных объектов на территории РФ и в международной практике показало, что опыта, практик регулирования взаимоотношений между субъектами и государствами с применением финансово-экономического механизма пока не существует.

Предложение о создании регулирующего механизма финансовых платежей было высказано на одном из совещаний бассейнового совета Нижне-Волжского БВУ, членом совета, доктором медицинских наук, профессором, президентом ООО «Инновационная компания «Экобиос» Цинбергом М.Б., и внесено в Протокол совещания. Следует отметить, что плата за негативное воздействие на окружающую среду предусмотрена Федеральным законом от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [21].

Предложение о создании регулирующего механизма финансовых платежей является базовым для разработки концепт-проекта «Оздоровление реки Урал» и предусматривает оперативное регулирование стимулирования рационального водопользования на основе заключения договоров и урегулирования взаимоотношений за превышение нормативов качества воды при пересечении границ между субъектами РФ бассейна реки Урал и ее притоков. При этом координацию работ и контроль за выполнением договора могут осуществлять представители Министерства природных ресурсов и Федерального агентства водных ресурсов.

Для оперативного решения вопроса взаиморасчетов между субъектами рекомендуется разработать порядок расчетов платы за загрязнение окружающей среды субъектами РФ. В качестве аналога такого порядка можно рассматривать (применительно) Постановление Правительства РФ от 31 мая 2023 г. № 881 «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду» [22], согласно которому плата исчисляется и взимается за все виды негативного воздействия на окружающую среду, включая сбросы загрязняющих веществ в водные объекты.

Выводы

1. Водные ресурсы относятся к числу важнейших факторов экономического и социального развития региона и страны в целом. От состояния и обеспеченности водными ресурсами зависят направления и масштабы развития и размещения производительных сил, прежде всего водоемких производств. Их текущая производственно-хозяйственная деятельность в значительной мере связана с использованием водных ресурсов.

2. Изучение антропогенного воздействия показало, что за последние годы вода реки Урал практически на всем ее протяжении характеризуется как загрязненная 3 «а» класса и очень загрязненная 3 «б» класса. Это говорит о том, что меры, применяемые к водопользователям, недостаточные и осуществляется сброс загрязненных сточных вод с территории субъектов, при этом всю нагрузку по загрязнениям реки на территории РФ принимает Оренбургская область.

3. В основу работы положены собственные результаты по разработке и внедрению инновационных технологий очистки сточных вод и созданию бессточных систем водоснабжения предприятий, полученные специалистами группы компаний «Экобиос» и изложенные в диссертационных работах, научных публикациях, патентах, товарных знаках и актах внедрения.

4. Реализация концепт-проекта «Оздоровление реки Урал» будет способствовать обеспечению рационального водопользования и созданию условий для улучшения (восстановления) качества воды бассейна реки Урал за счет внедрения наилучших доступных технологий (НДТ) и снижению объема отводимых загрязненных сточных вод с существующих очистных сооружений канализации в водные ресурсы.

5. Авторское предложение о создании регулирующего механизма финансовых платежей в области использования и охраны водных объектов является базовым для разработки концепт-проекта «Оздоровление реки Урал» и предусматривает стимулирование рационального водопользования между субъектами РФ бассейна реки Урал и ее притоков.

Список литературы

1. Магрицкий Д.В. Урал // Большая российская энциклопедия. Т. 33. М., 2017. С. 66.
2. Отчет ООО «Инновационная компания «Экобиос» о НИР по теме: «Технико-технологический анализ систем водопользования бассейна р. Урал и разработка концепт-проекта «Оздоровление реки Урал» за счет снижения антропогенной нагрузки», договор на выполнение научно-исследовательских работ (НИР) № 2216 от 16 января 2022 г., Заказчик ФГБУН Институт водных проблем РАН. Оренбург, 2023. 210 с.
3. Трансграничные водные объекты: использование, управление, охрана: Сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Сочи. 20-25 сент. 2021 г. Новочеркасск: Лик, 2021. 406 с.
4. Полянин В.О. Концептуальные подходы к мониторингу диффузного загрязнения водных объектов // Водные ресурсы. 2020. Т. 47. № 5, С. 603-612.
5. Водный кодекс РФ от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 28.12.2013) // Справочная правовая система Консультант Плюс. [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/popular/waternew/ (дата обращения: 20.02.2024).
6. Федеральное агентство водных ресурсов. ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» Стратегическое развитие водного хозяйства Российской Федерации. Екатеринбург, 2019. С. 1-26.
7. Водная стратегия для водной державы: Материалы круглого стола (8 июля 2021 г.). 1-ая сессия «Международная водная стратегия» / Фонд поддержки прикладных экологических разработок и исследований «Озеро Байкал». М., 2021. 30 с.
8. ИТС10-2019 Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов. М.: Бюро НДТ, 2019. 416 с.
9. ГОСТ Р 56828.15-2016 Наилучшие доступные технологии. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2016. 49 с.
10. Федеральный проект «Оздоровление Волги» в рамках национального проекта «Экология». Паспорт Федерального проекта // Приложение к протоколу заседания проектного комитета по национальному проекту «Экология» от 21.12.2018. № 3. С. 1-25.
11. ИТС 8-2022 Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. М.: Бюро НДТ, 2022. 84 с.
12. Цинберг М.Б. Гигиенические аспекты микробиологии и биотехнологии очистки промышленных сточных вод при добыче и переработке высокосернистого углеводородного сырья Прикаспия: автореф. дис. … д-ра мед. наук в форме научного доклада. Оренбург, 1993. 52 с.
13. Цинберг, М.Б., Ненашева М.Н. Инновационная концепция рационального водопользования и инжиниринговый опыт работы фирмы «Экобиос» при обустройстве нефтеконденсатных месторождений // Нефтепромысловое дело. 2007. № 12. С. 70-73.
14. Ненашева М.Н., Цинберг М.Б. Инновационные биотехнологии ООО «НПФ «Экобиос», применяемые при обустройстве нефтегазоконденсатных сероводородсодержащих месторождений // Интервал: передовые нефтегазовые технологии. 2009. № 1. С. 76-78.
15. Ненашева М.Н., Цинберг М.Б. Пространственная сукцессия микроорганизмов и трофическая цепь гидробионтов в организации искусственных экосистем очистки сточных вод // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. С. 473-475.
16. Цинберг М.Б., Ненашева М.Н. Фундаментальные и прикладные аспекты охраны окружающей среды на объектах нефтяной и газовой промышленности // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2013. С. 149-151.
17. Барышников А.В., Цинберг М.Б., Боев В.М., Кряжев Д.А., Ненашева М.Н., Негребецких К.Л. Эколого-гигиеническая оценка риска для здоровья населения, проживающего в непосредственной близости от нефтепромыслов // Охрана труда в нефтегазовой промышленности. 2021. № 3. С. 19-24.
18. Ненашева М.Н., Цинберг М.Б. Пространственная сукцессия микроорганизмов и трофическая цепь гидробионтов как основа биотехнологии очистки сточных вод «ТРОФАКТОР» // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2023. № 3. [Электронный ресурс]. URL: http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2023-3/Articles/MNN-2023-3.pdf. (дата обращения: 20.02.2024). DOI: 10.24411/2304-9081-2023-13006.

19. Галанина И.А. Система торговли квотами на выброс как инструмент экономического регулирования природопользования // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2021. № 2 (61). С. 195-202.

20. Новоселова И.Ю., Новоселов А.Л. Моделирование региональной торговли квотами за загрязнение окружающей среды // Экономика. Налоги. Право. 2022. Т. 15. № 4. С. 96-106.

21. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» // Справочная правовая система Консультант Плюс. [Электронный ресурс] URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823 (дата обращения: 20.02.2024).

22. Постановление Правительства РФ от 31 мая 2023 г. № 881 «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду». // Справочная правовая система Консультант Плюс. [Электронный ресурс] URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_448455/ (дата обращения: 20.02.2024).

УДК 631.437
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1452-1455

МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ МЕРЗЛОТНЫХ ЛУГОВО-СТЕПНЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ГИДРОМОРФИЗМА

MAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF FROZEN MEADOW-STEPPE SOILS OF CENTRAL YAKUTIA, DEPENDING ON THE DEGREE OF HYDROMORPHISM

Чевычелов А.П., Алексеев А.А., Кузнецова Л.И.
Chevychelov A.P., Alekseev A.A., Kuznetsova L.I.

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия
Institute of Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk, Russia

E-mail: chev.soil@list.ru

Аннотация. Приводятся данные об объёмной (ОМВ) и удельной (УМВ) магнитной восприимчивостях трёх типов мерзлотных лугово-степных (чернозёмно-луговая, лугово-болотная, лугово-чернозёмная) почв Центральной Якутии. Показано, что средневзвешенные значения ОМВ и УМВ данных типов мерзлотных почв возрастают в следующем ряду: лугово-болотная – чернозёмно-луговая – лугово-чернозёмная в связи с уменьшением здесь степени гидроморфизма исследуемых почв.
Ключевые слова: криогенные почвы, магнитная восприимчивость, гидроморфизм.

Abstract. Data are presented on the volumetric (VMS) and specific (SMS) magnetic susceptibility of three types of frozen meadow-steppe (chernozem-meadow, meadow-swamp, meadow-chernozem) soils of Central Yakutia. It has been shown that the weighted average values of the VMS and SMS of these types of permafrost soils increase in the following series: meadow-swamp – chernozem-meadow – meadow-chernozem due to a decrease in the degree of hydromorphism of the studied soils.
Key words: cryogenic soils, magnetic susceptibility, hydromorphism.

Введение. В последнее время у нас в стране и зарубежом активно используется показатель магнитной восприимчивости (МВ) почв при решении почвенно-генетических и почвенно-экологических задач [1-4]. При этом было показано, что магнитная восприимчивость почв является универсальным показателем, который необходимо использовать при решении сложных почвенно-генетических задач в мерзлотной области [5]. Поэтому целью наших исследований, результаты которых представлены в данной статье, являлось сравнительное изучение объемной (ОМВ) и удельной (УМВ) магнитной восприимчивостей трёх типов криогенных лугово-степных почв Центральной Якутии в зависимости от степени их гидроморфизма, обусловленного различным высотным положением данных почв в системе мезо- и микрорельефа мерзлотной области данного региона криолитозоны.

Объекты и методы исследования. Объектами исследований являлись три типа мерзлотных лугово-степных почв (чернозёмно-луговая, лугово-болотная и лугово-чернозёмная), сформированных на Средней Лене, в окрестностях г. Якутска. Климат данной территории резко континентальный и криоаридный с крайне холодной зимой и засушливым летом [6]. В геоморфологическом отношении данные почвы были приурочены ко II надпойменной террасе р. Лена, а в почвенно-географическом – к степной зоне мерзлотных чернозёмов, которая расположена на нижнем высотном ярусе Центрально-Якутской равнины в пределах абсолютных высот местности 100-140 м над ур. м [7]. Здесь на II надпойменной террасе р. Лена мерзлотные чернозёмы, как правило, занимают вершины плоских гривных повышений (100-103 м), а соподчиненные в рельефе местности – лугово-чернозёмные и чернозёмно-луговые почвы развиты по склонам грив, а в межгривных понижениях формируются лугово-болотные и засоленные почвы, приуроченные к абсолютным высотам менее 100 м. При этом чернозёмы являются автоморфными почвами, характеризующимися только атмосферным увлажнением, черноземовидные почвы – полугидроморфными, а лугово-болотные – гидроморфными, получающими дополнительную влагу в виде надмерзлотной верховодки [6, 8, 9]. На поверхности данной террасы также местами выделяются мерзлотные бугры пучения или булгунняхи с относительным высотным превышением, составляющим 3-4 м. Приведем краткую географическую и морфологическую характеристику изучаемых мерзлотных почв.

Разрез 8БС-20 заложен в нижней части склона гривного повышения, на нормальном злаково-разнотравном лугу. Географические координаты местозаложения данного разреза: широта – 61º54'27,6" N, долгота – 129º33'20,6" E, абсолютная высота (H) – 97,0 м. Морфологическое строение профиля: Av(0-3)-A(3-22)-B(22-40)-BCg(40-55/62)-C1ca(55/62-90)-C2(90-114 см). Почва: мерзлотная чернозёмно-луговая глееватая.

Разрез 9БС-20 заложен в межгривном понижении, на влажном закочкаренном разнотравно-осоковом лугу. Географические координаты: 61º54'26,0" N, 129º33'18,0" E, H – 96,0 м. Строение профиля: Av(0-6)-A(6-26)-B(26-38)-BC(38-73)-C1g(73-110)-C2g(110-141 см). Почва: мерзлотная лугово-болотная.

Разрез 10БС-20 заложен на вершине булгунняха, на разреженном остепненном ранотравно-злаковом лугу. Географические координаты: 61º54'23,8" N, 129º33'11,9" E, H – 101,0 м. Строение профиля: Av(0-0,5)-A(0,5-9/13)-B(9/13-34)-BCca(34-61)-C(61-115 см). Почва: мерзлотная лугово-чернозёмная.

Изучение физико-химических свойств исследуемых мерзлотных почв проводилось по общепринятым в почвоведении методикам [10]. Обозначение генетических почвенных горизонтов выполнено в соответствии с принципами и подходами, обозначенными в Едином государственном реестре почвенных ресурсов России [11]. Диагностика и классификация изучаемых мерзлотных почв произведена согласно положениям классификации мерзлотных почв Якутии [9]. Определение ОМВ – χ и УМВ – χ осуществлялось специальным запатентованным способом [12]. При этом χ определялось по формуле: $\chi = \chi/\rho$, где ρ – плотность почвы (кг/м^3). Размерность ОМВ – $n\times10^{-5}$ ед. Си, а УМВ – $n\times10^{8}$ кг/м^3 [1].

Результаты и их обсуждение. Анализ морфологического строения и физико-химических свойств исследуемых мерзлотных почв позволяет утверждать, что в более ксероморфных условиях почвообразования формируется лугово-чернозёмная почва разр. 10БС-20, а в более гидроморфных – лугово-болотная почва разр. 9БС-20. При этом полугидроморфная чернозёмно-луговая почва разр. 8БС-20 занимает промежуточное положение между таковыми выше названными.

Изучаемые мерзлотные лугово-болотная и лугово-чернозёмная почвы характеризуются преимущественно слабокислыми и слабощелочными, тогда как чернозёмно-луговая – главным образом, слабощелочными условиями почвообразования *(таблица 1)*.

Таблица 1

Физико-химические свойства мерзлотных лугово-степных почв Центральной Якутии

Горизонт	Глубина, см	pH$_{H_2O}$	Гумус (ППП), %	Общий N, %	Обменные катионы, ммоль(экв)/100 г почвы		Сумма частиц, %		CO_2 карбонатов, %
					Ca^{+2}	Mg^{+2}	<0,001 мм	<0,01 мм	
Чернозёмно-луговая почва, разрез 8БС-20									
Av	0-3	7,1	42,0*	1,12	43,2	17,6	-	-	Н.о.
A	5-15	6,5	14,6	0,79	30,3	5,8	7,9	24,0	-//-
B	26-36	5,9	1,5	0,06	13,4	4,1	14,0	31,7	-//-
BCg	44-54	6,9	1,2	0,06	13,3	3,5	13,9	33,1	-//-
C1ca	70-80	7,9	0,8	0,04	8,8	4,1	6,7	12,0	1,2
C2	95-105	7,9	0,3	-	-	-	3,3	5,1	-
Лугово-болотная почва, разрез 9БС-20									
Av	0-6	5,2	38,1*	1,33	32,3	14,9	-	-	Н.о.
A	10-20	5,4	9,4	0,06	16,3	7,8	7,1	34,3	-//-
B	27-37	6,4	1,6	0,05	6,0	3,6	5,4	10,4	-//-
BC	50-60	6,4	1,3	0,06	7,6	5,1	9,3	16,5	-//-
Cg	85-95	7,4	1,6	0,07	7,6	11,0	8,0	17,8	-//-
Cg	120-130	7,3	2,6	-	-	-	5,7	15,7	-//-
Лугово-чернозёмная почва, разрез 10БС-20									
Av	0-0,5	5,7	24,0*	-	-	-	-	-	Н.о.
A	0,5-9	4,8	10,4	0,62	8,5	13,6	7,9	26,6	-//-
B	15-25	7,6	1,8	0,08	15,1	18,7	15,9	38,8	-//-
BCca	40-50	7,5	1,0	0,06	8,2	9,2	12,5	28,0	2,1
Cca	70-80	7,6	1,9	0,06	11,1	9,2	7,0	17,9	0,6
C	85-95	7,5	2,4	0,08	-	-	5,6	13,6	Н.о.

Примечание. * – приведено значение потери при прокаливании; н.о. – не обнаружено; прочерк – значение не определено.

Максимальное количество почвенного органического вещества в органогенном гор. Av отмечается в чернозёмно-луговой, а минимальное – в лугово-чернозёмной почве. В первой почве также фиксируется максимальное содержание гумуса в гор. А, а таковое минимальное – в гор. А лугово-болотной почвы. Почвенно-поглощающий комплекс (ППК) данных почв насыщен обменными основаниями, при этом в почвах разр. 8БС-20 и разр. 9БС-20 в ППК абсолютно преобладает обменный Ca^{+2}, тогда как в почве разр. 10БС-20 превалирует в основном обменный $Mg^{+2,}$ что определенным образом указывает на засоленность данной почвы. В мерзлотной лугово-болотной почве подвижные карбонаты отсутствуют во всех горизонтах почвенного профиля, в мерзлотной черноземно-луговой присутствуют только в гор. C1ca, а в мерзлотной лугово-черноземной почве их присутствие отмечается уже в гор. BCca и гор. Cca, что однозначно указывает на различную степень гидроморфности исследуемых почв. По гранулометрическому составу лугово-болотная почва является в основном супесчаной, а чернозёмно-луговая и лугово-черноземная уже характеризуются как супесчано-легко- и среднесуглинистые. Необходимо также подчеркнуть, что в нижних горизонтах С изучаемых почв или в составе их почвообразующих пород проявляется более-менее выраженная слоистость их гранулометрического состава.

Анализ МВ изучаемых почв указывает на то, что внутрипрофильные значения ОМВ и УМВ распределены крайне неравномерно на фоне преобладающей общей тенденции возрастания данных значений сверху вниз. Так низкие значения ОМВ и УМВ отмечаются в гор. В почвы разр. 9БС-20 и гор. А почвы разр. 8БС-20, а максимальные величины ОМВ и УМВ зафиксированы в гор. С2 почвы разр. 8БС-20. Таким образом, в мерзлотной чернозёмно-луговой почве разр. 8БС-20 внутрипрофильные значения ОМВ и УМВ изменяются предельно контрастно, соответственно в 60 и 30 раз *(таблица 2)*. Столь контрастное внутрипрофильное соотношение значений ОМВ и УМВ исследуемых почв, по нашему мнению, связано с исходной неоднородностью или слоистостью литологического и гранулометрического состава, сформированного ещё в пойменную фазу развития данных почв.

Таблица 2

Магнитная восприимчивость мерзлотных лугово-степных почв

Почва, N разреза	Горизонт	Глубина, см	χ, $n \cdot 10^{-5}$ ед. Си	Р, кг/м^3	χ, $n \cdot 10^{-8}$ кг/м^3
Лугово-болотная, разрез 9БС-20	Av	0-6	3,5	0,54	6,5
	A	10-20	29,1	0,81	35,9
	B	27-37	4,6	1,18	3,9
	BC	50-60	29,4	1,26	23,3
	C1	85-95	57,9	1,18	49,1
	C2	120-130	59,5	1,11	53,6
		Среднее*	43,8		36,1
Чернозёмно-луговая, разрез 8БС-20	Av	0-3	4,4	0,46	9,6
	A	5-15	2,8	0,72	3,9
	Bg	26-36	30,7	1,26	24,4
	BCg	44-54	42,0	1,29	32,5
	C1ca	70-80	80,1	1,23	65,1
	C2	95-105	167,9	1,40	119,1
		Среднее*	68,6		52,2
Лугово-чернозёмная, разрез 10БС-20	Av	0-0,5	32,3	0,62	52,1
	A	0,5-9	29,0	0,82	35,4
	B	15-25	43,3	1,09	39,7
	BCca	40-50	93,3	1,17	79,7
	Cca	70-80	80,5	1,08	74,5
	C	85-95	75,3	0,99	78,1
		Среднее*	69,7		65,9

Примечание. * – приведено средневзвешенное значение для почвенного профиля.

Анализ средневзвешенных значений ОМВ и УМВ исследуемых почв, указывает на то, что наиболее гидроморфная мерзлотная лугово-болотная почва разр. 9БС-20 характеризуется

минимальным, а более ксероморфная мерзлотная лугово-черноземная почва разр. 10БС-20 – максимальными значениями данных величин. В общем средневзвешенные значения ОМВ и УМВ изучаемых мерзлотных почв закономерно возрастают в ряду: лугово-болотная – чернозёмно-луговая – лугово-чернозёмная, вследствие уменьшения степени гидроморфности данных почв.

Выводы

1. Анализ морфологического строения и физико-химических свойств трёх типов изучаемых мерзлотных почв Центральной Якутии, приуроченных к различным высотным уровням II надпойменной террасы р. Лена, однозначно убеждает в том, что данные почвы характеризуются различной степенью гидроморфности, обусловленной влиянием мезо- и микрорельефа в условиях криогенеза. При этом, данные почвы объединяются в ряд: лугово-болотная (гидроморфная) – чернозёмно-луговая (полугидроморфная) – лугово-чернозёмная (ксероморфная).

2. Внутрипрофильные значения ОМВ и УМВ во всех исследованных мерзлотных почвах распределены очень неравномерно при общей тенденции увеличения таковых сверху вниз по почвенному профилю. Контрастность распределения значений ОМВ и УМВ в этих почвах, по нашему мнению, обусловлена слоистостью их литологического и гранулометрического состава в связи с влиянием аллювиального процесса в пойменную фазу формирования данных почв.

3. Средневзвешенные значения ОМВ и УМВ изучаемых мерзлотных почв, рассчитанные для их профилей с учётом мощности отдельных генетических горизонтов, закономерно возрастают в ряду: лугово-болотная – чернозёмно-луговая – лугово-чернозёмная, вследствие уменьшения в этом направлении степени гидроморфности данных почв, обусловленной влиянием рельефа в условиях криоаридного климата.

Статья подготовлена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ по проекту № 0297-2021-0027, ЕГИСУ НИОКТР № АААА-А21-121012190033-5.

Список литературы

1. Водяницкий Ю.Н., Шоба С.А. Магнитная восприимчивость как индикатор загрязнений тяжелыми металлами городских почв (обзор литературы) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2015. № 1. С. 13-20.

2. Малышев В.В., Алексеев А.О. Сравнение площадных и профильных показателей магнитной восприимчивости степных почв Восточно-Европейской равнины // Почвоведение. 2023. № 7. С. 843-852.

3. Чевычелов А.П., Алексеев А.А., Кузнецова Л.И. Магнитная восприимчивость мерзлотных почв лесной катены Центральной Якутии // Сибирский лесной журнал. 2021. № 2. С. 32-42.

4. Hanesch M., Petersen N. Magnetic properties of a recent panabrown-earth from Southern Germany // Earth and Planetary Science Letters. 1999. Vol. 169. P. 85-97.

5. Чевычелов А.П., Алексеев А.А., Кузнецова Л.И. Магнитная восприимчивость мерзлотных лугово-степных почв Центральной Якутии // Степи Северной Евразии: материалы IX междунар. Симпозиума [Электронный ресурс] / под научной редакцией академика РАН А.А. Чибилева. Оренбург: ОГУ, 2021. С. 842-848.

6. Чевычелов А.П., Скрыбыкина В.П., Васильева Т.И. Географо-генетические особенности формирования свойств и состава мерзлотных почв Центральной Якутии // Почвоведение. 2009. № 6. С. 648-657.

7. Коноровский А.К. О почвенных зонах Центральной Якутии // Почвы зоны БАМ. Новосибирск: Изд-во «Наука», 1979. С. 176-183.

8. Еловская Л.Г., Коноровский А.К. Районирование и мелиорация мерзлотных почв Якутии. Новосибирск: Изд-во «Наука», 1978. 176 с.

9. Еловская Л.Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. 172с.

10. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. 272 с.

11. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. Коллективная монография. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2014. 768 с.

12. Способ определения магнитной восприимчивости почв малогабаритным каппаметром в лабораторных условиях: пат. 2750028 Рос. Федерация. № 2020111867 / Чевычелов А.П., Алексеев А.А.; заявл. 23.03.20; опубл. 21.06.21, бюл. № 18. 9 с.

УДК 638.19; 595.799; 551.5 (470.630) 63
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1456-1459

АРИДИЗАЦИЯ КЛИМАТА И ПРИРОДНЫЕ ОПЫЛИТЕЛИ В СТЕПЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

CLIMATE ARIDIZATION AND NATURAL POLLINATORS IN THE STEPPES OF CENTRAL CISCAUCASIA

Ченикалова Е.В.
Chenikalova E.V.

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Ставрополь, Россия
FGBNU "North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center", Stavropol, Russia

E-mail: entomolsgau@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена проблема влияния засушливых лет на динамику численности природных опылителей разнотравных степей Предкавказья. Показано, что при засушливом предыдущем годе численность пчелиных сокращается. Корреляция между суммой эффективных температур (СЭТ, выше +10°С) и численностью пчелиных в следующем годку составляла – 0,80-0,86%. Засушливые годы сокращают период цветения разнотравной степной растительности и соответственно сбора пыльцы пчелиными, строительства ячеек и запасания корма для личинок, сокращая откладку яиц и коэффициент размножения. Наиболее вредны засушливые годы для степных видов шмелей, требовательных к увлажнению в стациях обитания. Сокращение численности пчелиных негативно не только для сохранения разнотравья, но и для опыления сельскохозяйственных культур. Череда засушливых лет ведет к опустыниванию восточных районов Центрального Предкавказья, а также в целом Восточного Предкавказья. Для преодоления проблемы требуется восстановление лесополос, возделывания многолетних трав, как злаковых, так и бобовых, особенно люцерны, эспарцета, донника и других. Сокращению обработок пестицидами должно способствовать восстановление отрасли овцеводства, выпас которых приводит к гибели кубышек саранчовых, против которых там ведутся главным образом опрыскивания.
Ключевые слова: Предкавказье, разнотравная степь, опылители, пчелиные.

Abstract. The problem of the influence of dry years on the population dynamics of natural pollinators in the forb steppes of the Ciscaucasia is considered. It has been shown that during a dry previous year, the number of bees decreases. The correlation between the sum of effective temperatures (SET, above +10°C) and the number of bees in the next year was – 0.80-0.86%. Dry years shorten the period of flowering of forb steppe vegetation and, accordingly, the collection of pollen by bees, the construction of cells and the storage of food for larvae, reducing egg laying and the reproduction rate. Dry years are the most harmful for steppe species of bumblebees, which require moisture in their habitats. The reduction in the number of bees is negative not only for the conservation of forbs, but also for the pollination of agricultural crops. A series of dry years leads to desertification of the eastern regions of the Central Ciscaucasia, as well as the Eastern Ciscaucasia as a whole. To overcome the problem, it is necessary to restore forest belts and cultivate perennial grasses, both cereals and legumes, especially alfalfa, sainfoin, sweet clover and others. The reduction in pesticide applications should be facilitated by the restoration of the sheep industry, the grazing of which leads to the death of locust egg capsules, against which spraying is mainly carried out there.
Key words: Ciscaucasia, forb steppe, pollinators, bees.

Введение. Степи Предкавказья, как продолжение степного пояса юга Русской равнины, достаточно разнообразны. по своему флористическому составу и включают несколько основных типов. В зоне Центрального Предкавказья, согласно классификации В.Н. Кононова и В.Г. Танфильева (1968), встречаются ковыльно-типчаково-полынные и полынные, ковыльно-типчаково-разнотравные степи без байрачных лесов, ковыльно-типчаково-разнотравные степи с байрачными лесами, а также луговидные степи. Среди целинных участков степей преобладают ковыльно-типчаково-разнотравные [1, 2].

Предкавказье – регион на стыке двух физико-географических стран – Русской равнины и большого Кавказа. Центральную его часть занимает Ставропольский край. Ландшафты равнин Предкавказья на Ставрополье представлены лесостепной, степной и полупустынной провинциями, ландшафты большого Кавказа – провинцией предгорных степных и лесостепных ландшафтов и провинцией среднегорных ландшафтов лесостепей и остепненных лугов. Равнинные лесостепи представлены типичными и байрачными видами, они – разнотравно-злаковые, злаковые и сухие, предгорные степи – луговидные. Все эти типы ландшафтов достаточно уязвимы [3, 4]. Гидротермический коэффициент является интегральным показателем условий тепло- и

влагообеспечения вегетационного периода, а его пространственное размещение позволяет судить о продуктивности сельскохозяйственных культур на изучаемой территории. Так, в 1976-1980 гг. для большей части степной зоны Северного Кавказа были характерны лесостепные условия, тогда как в 2011-2015 гг. – уже степные. Хорошо выражена изменчивость условий увлажнения в восточной, полупустынной части Северного Кавказа, поскольку изменчивость климатических условий характера для переходных зон [3]. Исследования климатологов подтверждают аридизацию климатических условий Центрального Предкавказья в начале 21 века. Изотермы января сместились к северу, а температура июля повысилась в среднем на 2 градуса [4].

Для сохранения генетического разнообразия цветковой растительности необходимо перекрестное опыление, которое осуществляется только пчелиными. В связи с недостаточным развитием пчеловодства, массовой гибелью пчелосемей из-за широкого применения химических средств защиты растений основная опылительная деятельность производится природными опылителями – одиночными пчелами и шмелями.

К особенностям растительного покрова Центрального Предкавказья относится густая сеть полезащитных лесополос, представляющих собой живые зеленые изгороди, состоящие из древесно-кустарниково-травянистых растительных комплексов, а также разнотравья [1]. Лесополосы служат укрытиями для многих полезных организмов и путями их миграций, как протяженные на многие километры местообитания [5].

Материал и методы. Мы проводили исследования видового состава и динамики численности природных опылителей на ковыльно-типчаково-разнотравных мало затронутых антропогенными воздействиями степных участках в окрестностях г. Ставрополя, Шпаковского, Изобильненского, Александровского, Буденновского Минераловодского районов края, в Ставропольском ботаническом саду им. В.В. Скрипчинского в 1995-2005 гг. [6, 7]. Сборы пчелиных продолжаются и до настоящего времени. Применяются стандартные сборы пчелиных с помощью энтомологического сачка, а также индивидуальные сборы на цветках растений с помощью пробирки. Сборы проводили в течение всего вегетационного периода в окультуренных и естественных стациях. Пчелиных собирали с помощью энтомологического сачка. Шмелей отлавливали индивидуально пробиркой по методике Ю.А. Песенко, К.К. Фасулати [8, 9]. Определение видов пчелиных проводили с помощью «Определителя насекомых Европейской части СССР», т. 3 [10] и других определителей [11-12].

Результаты исследований и их обсуждение. Фауна одиночных пчелиных Центрального Предкавказья составляет по нашим данным 330 видов [4].

Нами установлено, что для комплекса апидофауны региона *(таблица 1)* характерно большое количество редко встречающихся видов (232 вида), а также видов со средним обилием (64 вида) – всего 296 видов из 330 выявленных [4-6]. Такое положение пчелиных свидетельствует о большой уязвимости редко встречающихся видов со стороны антропогенных и прочих неблагоприятных факторов. Редкая встречаемость большинства видов пчелиных свидетельствует о необходимости охраны этой группы насекомых в агроландшафтах и создания для них благоприятных условий обитания в посевах культур. Среди обычных и массовых видов пчел выявляются доминирующие виды, представляющие большую ценность как опылители, и эти виды также нуждаются в охране [13].

Таблица 1

Фауна надсемейства Apoidea Центрального Предкавказья (сборы1995-2020 гг.)

Семейства	Количество видов	в % от фауны
I. Colletidae	17	5,51
II. Andrenidae	76	23,03
III. Halictidae	98	29,69
IV. Melittidae	7	2,21
V. Megachilidae	69	20,91
VI. Apidae	72	19,09
Итого	330	100

Для пчел и их расплода, находящегося в почве или полостях растений, умеренно-сухая погода довольно благоприятна, так как меньше развиваются гнилостные процессы в запасах корма, стенках ячеек и на самих личинках пчел. В умеренно-засушливый период идет интенсивнее

выделение нектара цветками большинства растений, оптимальна концентрация сахаров в нем и его привлекательность для пчел. Сухая пыльца растений более пригодна для опыления растений пчелами, так как в сухую погоду пыльцевые зерна медленнее прорастают, что повышает эффективность опыления. Такие пыльцевые зерна более благоприятны и для запасания их пчелами в качестве корма. Они лучше собираются в скопу пчел, прессуются в ней и переносятся в ячейки.

Годы же с крайне засушливым летом неблагоприятны для пчел, так как значительно сокращается длительность периода цветения растений и период активного строительства ячеек самками пчел, что способствует сокращению численности пчел второго поколения в текущем году и их популяций следующем году. Засуха особенно неблагоприятна для влаголюбивых видов шмелей.

Оптимальными погодными условиями для развития одиночных пчел в Центральном Предкавказье являются умеренно-теплые и сухие годы с выпадением 550-630 мм осадков, суммой эффективных температур 3200-3300°С. А для шмелей благоприятны умеренно-теплые и прохладные годы, также с сухой погодой. Эти различая объясняются большей засухоустойчивостью одиночных пчел и предпочтением влажных лет шмелями [4]. В наиболее жаркие и засушливые годы, с осадками ниже 600 мм и СЭТ выше 3400°С, численность пчел и шмелей снижается.

В годы с близким к норме выпадением осадков – около 630 мм и СЭТ около 3150°С, умеренно теплыми и влажными, численность пчел имеет тенденцию к нарастанию, а засуха на протяжении текущего десятилетия снижает численность их популяций.

Корреляционно-регрессионный анализ влияния погодных условий на численность пчел показал, что их плотность более тесно коррелирует с температурными условиями не текущего, а предыдущего года. Наиболее тесной оказалась связь численности пчел с суммой эффективных температур и среднегодовой температурой (r=-0,80-0,86%). Так как годы проведения наших наблюдений отличались превышением средних многолетних температур, то корреляция оказалась отрицательной. Повышенные температуры летних месяцев и последних лет неблагоприятны для сохранения численности пчелиных.

Заключение. Как следует из приведенного анализа, для популяций пчел зоны исследований оптимальны умеренные температуры и влажность, близкие к среднемноголетним нормам, а отклонения погодных условий от нормы вызывают флуктуации численности пчелиных. Выявленные закономерности и рассчитанные коэффициенты корреляции позволяют прогнозировать изменения численности опылителей в следующем сезоне.

Начало лета пчелиных отмечается в марте, а заканчивается к концу октября. Максимальная численность пчелиных в течение сезона в Центральном Предкавказье отмечается в мае-июне. Численность одиночных пчел на цветущем разнотравье достигает в этот период 25-30 экз./100 м^2, а в среднем за сезон – 15 экз./100 м^2. Численность шмелей соответственно 11-12,5 экз./100 м^2 и 7,5 экз./100 м^2.

В течение всего периода активности, или весенне-осеннего сезона, пик численности пчел и шмелей приходится на май-июнь, хотя высокая численность может сохраняться вплоть до августа, когда происходит лет особей второго поколения бивольтинных видов, рабочих шмелей и особей их обоеполого поколения. Тесные коэволюционные и коадаптивные связи цветковых растений и пчел взаимно обеспечивают длительную активность этих насекомых в регионе с марта по октябрь. Длительность этого периода создает дополнительную устойчивость и высокую степень адаптивности к изменяющимся условиям среды данной трофической системы. Большинство видов апидофауны Центрального Предкавказья характеризуется весенне-раннелетними периодами лета, синхронно с цветением (IX этап органогенеза) большинства цветковых растений в изучаемом регионе, что свидетельствует о высокой степени онтогенетической сопряженности пчелиных и энтомофильных растений степных стаций [6].

Поддержание флористического разнообразия агроландшафтов возделыванием энтомофильных культур, восстановление лесополос, ограничение обработок пестицидами вблизи лесополос, сохранение разнотравных степных участков способствует охране популяций пчелиных в неблагоприятные для них годы с повышенными температурами летнего сезона.

Список литературы

1. Дзыбов Д.С., Чащин Я.Т. Медоносные растения Ставрополья. Ставрополь, 1990. 88 с.

2. Кононов В.Н., Танфильев В.Г. Атлас Ставропольского края. Ставрополь, 1968. 150 с.

3. Братков В.В., Астанин Д.С., Бекмурзаева Л.Р. Картографирование современных климатических изменений Северного Кавказа на основе данных дистанционного зондирования земли низкого пространственного разрешения // Аэрокосгические исследования климфотограмметрия. Т. 66. № 6. 2022. С. 82-96.

4. Бадахова Г.Х., Каплан Г.Л., Кравченко Н.А. Изменение климата и экологические риски в Центральном Предкавказье // Проблемы и перспективы современной науки: Материалы V Междунар. науч.-практ. конф. М., 2015. С. 123-128.

5. Смелянский И. Сохранение биоразнообразия на сельскохозяйственных землях и судьба степей // Степной бюллетень. 2002. № 12. С. 2-5.

6. Ченикалова Е.В. Дикие пчелиные Ставрополья, их эффективность и охрана в агроландшафтах: монография. Ставрополь, АГРУС, 2005. 112 с.

7. Ченикалова Е.В. Биоразнообразие и зоогеография пчелиных // Соврем. проблемы биологии и экологии: Материалы докл. Междунар. науч.-практ. конф. (г. Махачкала, 10-12 марта 2011 г.). Махачкала, 2011. С. 92-93.

8. Песенко Ю.А. К методике количественного учета насекомых-опылителей. // Экология. 1972. № 3. Вып. 1. С. 89-95.

9. Фасулати, К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. М.: Высш. школа, 1971. 424 с.

10. Определитель насекомых Европейской части СССР / Ред. С.П. Тарбинский, Н.Н. Плавильщиков. М.;Л., 1948. С. 761-768.

11. Определитель насекомых европейской части СССР / Ред. раздела Д.В. Панфилов, А.А. Пономарева. Т. 3. Перепончатокрылые. Л.: Наука, 1978. С. 279-519.

12. Осичнюк Г.З. Бджолини (Apidae) Правобережного Степу Украіни. Т. 12. Вип. 5. Київ: Наук. думка, 1977. 328 с.

13. Ченикалова Е.В. Роль посевов энтомофильных культур в сохранении полезной энтомофауны при органическом земледелии // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. Становление и перспективы развития органического земледелия в Российской Федерации: Тр. Междунар. науч.-практ. конф. Краснодар: ВНИИБМЗР, 2018. С. 133-137.

УДК 595.143.6
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1460-1464

КРАСНОКНИЖНЫЙ ВИД ПИЯВОК *HIRUDO MEDICINALIS* (LINNAEUS, 1758) В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

RED BOOK SPECIES OF LEECHES *HIRUDO MEDICINALIS* (LINNAEUS, 1758) IN THE ORENBURG REGION

Черная Л.В.[1], Ковальчук Л.А.[1], Микшевич Н.В.[2]
Chernaya L.V.[1], Kovalchuk L.A.[1], Mikshevich N.V.[2]

[1]Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия
[2]Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург, Россия
[1]Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia
[2]Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia

E-mail: [1]kovalchuk@ipae.uran.ru, [2]mikshevich@gmail.com

Аннотация. В настоящее время представители двух ресурсных видов медицинских пиявок, обитающих в водных экосистемах России, внесены в Красные книги международного и регионального уровней. Сокращение численности и распространения этих ценных гидробионтов связаны в основном с массовым выловом в коммерческих целях, загрязнением и уничтожением водоёмов. Для сохранения природных популяций медицинских пиявок особое значение имеют фаунистические исследования по уточнению их современного географического ареала. Впервые представлены сведения о распространении краснокнижного вида пиявок *Hirudo medicinalis* (Linnaeus, 1758) в Оренбургской области. Медицинские пиявки были обнаружены в последнюю декаду мая 2012 г. в р. Малая Хобда (Акбулакский район, окрестности пос. Шкуновка, подзона южных сухих степей). Участок реки, где были обнаружены медицинские пиявки, соответствует типичным биотопам, благоприятным для их обитания – медленное течение, хорошая прогреваемость воды, илистый грунт, обилие макрофитов и земноводных, удобная для откладки коконов прибрежная полоса, посещение водотока крупным и мелким рогатым скотом, лошадьми. Численность медицинских пиявок в исследуемом водотоке оказалась невысокой – обнаружено всего восемь особей. На основании результатов фаунистических исследований и литературных данных предлагается включить *H. medicinalis* в новое издание Красной книги Оренбургской области в природоохранной категории IV – неопределённого статуса вид.

Ключевые слова: ареал, водные экосистемы Оренбургской области, краснокнижный вид, медицинские пиявки.

Abstract. Currently, representatives of two resource species of medicinal leeches living in aquatic ecosystems of Russia are included in the Red Books of the international and regional levels. The reduction in the number and distribution of these valuable aquatic organisms is mainly due to massive fishing for commercial purposes, pollution and destruction of water bodies. To preserve natural populations of medicinal leeches, faunal studies to clarify their current geographic range are of particular importance. For the first time, information on the distribution of the Red Book species of leeches *Hirudo medicinalis* (Linnaeus, 1758) in the Orenburg region is presented. Medicinal leeches were discovered in the last ten days of May 2012 in the river Malaya Khobda (Akbulak district, vicinity of the village of Shkunovka, subzone of southern dry steppes). The number of medicinal leeches in the studied watercourse turned out to be low – only eight individuals were found. Based on the results of faunal studies and literature data, it is proposed to include *H. medicinalis* in the new edition of the Red Data Book of the Orenburg Region in environmental category IV – species of uncertain status.

Key words: habitat, aquatic ecosystems of the Orenburg region, Red Book species, medicinal leeches.

Введение. Важнейшей задачей современного природопользования является сохранение редких и исчезающих видов, в число которых входят медицинские пиявки. Из шести видов медицинских пиявок, известных для Палеарктики, в водных экосистемах России обитают два: лечебная, или европейская, *Hirudo medicinalis* (Linnaeus, 1758) и аптечная, или средиземноморская, *Hirudo verbana* (Carena, 1820) [1, 2]. В настоящее время оба вида пиявок обладают природоохранным статусом: *H. medicinalis* классифицируется как категория «находящаяся под угрозой исчезновения» в Красном списке МСОП, включённом в приложение III к Бернской конвенции, в приложение II к CITES; *H. verbana* отмечается как «редкий, уязвимый или низкого риска угрозы исчезновения вид» для отдельных регионов России (Краснодарский край, Республики Крым и Адыгея) [3, 4]. В природоохранных документах указаны факторы,

лимитирующие численность и распространение медицинских пиявок: массовый вылов в коммерческих целях, загрязнение и уничтожение водоёмов, снижение плотности популяции лягушек, служащих источником питания для молодых пиявок, мелиоративные мероприятия, неблагоприятные условия на северной границе ареала. Предложены меры их охраны: выявление новых мест обитания, сохранение биотопов, использование искусственного воспроизводства для восстановления природных популяций.

Согласно литературным данным и результатам многолетних фаунистических исследований авторов, наиболее широкое распространение медицинских пиявок с высокой численностью особей характерно для южных регионов России (Луганская Народная Республика, Краснодарский край, Ростовская область, Ставропольский край, Северный Кавказ), довольно часто они встречаются в Поволжье и центральных регионах (Волгоградская, Воронежская, Тамбовская области), крайне редко – на северной и восточной границах ареалов (Смоленская и Тверская области, Алтайский край) [1, 2, 4-9]. Отмечены единичные находки медицинских пиявок и в водоёмах Южного Урала (Республика Башкортостан и Челябинская область) [4, 10], однако для Оренбургской области такая информация отсутствует. В настоящей работе представлены новые сведения о находках медицинских пиявок в Оренбургской области.

Материалы и методы. Поиск мест обитания медицинских пиявок осуществляли в рамках экспедиционных работ в последнюю декаду мая 2012 г. в водных объектах подзоны южных сухих степей Оренбургской области (Акбулакский район). Климат района исследования характеризуется как сухой континентальный с морозной зимой и жарким летом. Средняя температура воздуха самого тёплого месяца (июля) – от +20°С до +25°С; самого холодного (января) – от -15°С до -20°С. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 250-280 мм. Снежный покров держится в среднем около 139-140 дней в году. Для отлова пиявок использовали стандартный ударный способ их привлечения [2]. Производилось пять сильных ударов по воде 1-метровой палкой с интервалом в две секунды. Затем привлеченных пиявок вылавливали сачком, а также собирали руками со всех предметов, находящихся вблизи. Отловленных особей помещали в пластиковые сосуды объемом 1,5 л, заполненные наполовину нативной водой, транспортировали в лабораторию в термоконтейнере. Массу тела пиявок определяли с точностью до 0,01 г на электронных весах «Shimadzu» (Япония), анализ морфологических признаков проводили с использованием бинокулярного микроскопа «МБС–10» (Россия), видовую принадлежность определяли по систематическим ключам в соответствии с современной классификацией [11].

Результаты и обсуждение. В результате полевых исследований медицинские пиявки обнаружены в реке Малая Хобда (окрестности поселка Шкуновка; 50°46′24″ с.ш. 55°22′09″ в.д.). Устье реки находится в 35 км по правому берегу реки Хобда. Длина реки составляет 116 км, площадь водосборного бассейна 1240 км^2. По данным государственного водного реестра России относится к Уральскому бассейновому округу, водохозяйственный участок реки Илек, речной бассейн реки Урал (российская часть бассейна). Участок реки М. Хобда, где были обнаружены медицинские пиявки, соответствует типичным биотопам, благоприятным для их обитания – медленное течение, хорошая прогреваемость воды, илистый грунт, обилие макрофитов и земноводных, удобная для откладки коконов прибрежная полоса, посещение водотока крупным и мелким рогатым скотом, лошадьми [1] *(рисунок 1)*.

Численность медицинских пиявок в исследуемом водотоке оказалась невысокой – обнаружено всего восемь особей. Средняя масса тела пиявок составила 2,42±0,23 г. Анализ морфологических признаков показал, что отловленные особи пиявок относятся к виду *H. medicinalis* (лечебная, или европейская пиявка), род *Hirudo* L., 1758, семейство Hirudinidae Whitman, 1886 (челюстные), отряд Arhynchobdellida Blanchard, 1894 (бесхоботные). Интересно, что по данным специалистов гирудологов, лечебная пиявка *H. medicinalis* приурочена к водоемам лесной и лесостепной зон [1, 3], и обитание в подзоне южных сухих степей для нее нетипично. Авторами также, в ходе многолетних исследований, этот вид пиявок отмечался исключительно в водных экосистемах бореальных и лесостепных ландшафтов (Алтайский край, Тамбовская и Харьковская области, Луганская Народная Республика), в то время как в водных объектах степных зон (Астраханская и Волгоградская области, Краснодарский край) встречался близкородственный вид – аптечная пиявка *H. verbana* [5, 6]. Вместе с тем, пиявка *H. verbana* более теплолюбива (её ареал охватывает юго-западные и южные регионы Евразии), и, в отличие от *H. medicinalis*, вероятно не смогла бы адаптироваться к обитанию в экстремальных климатических условиях Оренбуржья. Следует отметить, что в соседнем регионе, Челябинской

области, единичные находки медицинской пиявки *H. medicinalis* также были отмечены в степной зоне (р. Берсуат, Брединский заказник) [10].



Рисунок 1. Местообитание медицинской пиявки *H. medicinalis* – река Малая Хобда (Оренбургская область, Акбулакский район) (Фото Л.В. Черной).

Краткое описание вида. Пиявка лечебная *H. medicinalis* – довольно крупный кольчатый червь, длина тела около 12 см, ширина до 1 см. Диаметр задней присоски больше половины наибольшей ширины тела. Окраска тела изменчива – от темной до светлой, на спинной стороне характерный узор, образованный продольными полосами. Посередине спины идут две продольные узкие оранжевые полоски с неровными краями. Кнаружи от этих полосок расположены оранжево-чёрные полосы, чёрная полоса которых имеет явственные пережимы. Края тела жёлто-оранжевые. Брюшная сторона пёстрая, вдоль боков – светлые полосы *(рисунок 2)* [1, 3, 11].

Все тело *H. medicinalis* разделено тонкими поперечными бороздками на многочисленные (вторичные) кольца. По краям первых сегментов расположены пять пар глаз. Плотное тело обычно усыпано мелкими сосочками. Челюстей три, их края снабжены одним рядом многочисленных острых зубчиков (до 100). Наличие мощных челюстей позволяет пиявкам питаться за счет земноводных и млекопитающих. В природе продолжительность жизни составляет в среднем пять лет, достигает половой зрелости на третьем году жизни, размножается один раз в году – летом. Коконы, обычно с 15-20 оплодотворенными яйцами, откладывает в почву над урезом воды [1, 3, 11].

Медицинская пиявка *H. medicinalis* распространена, как уже отмечалось, в лесной и лесостепной зоне Евразии; в широтном направлении её ареал простирается более чем на 5700 км от Великобритании на западе до Алтайских гор на востоке [1, 3]. Являясь амфибионтом, пиявка *H. medicinalis* заселяет преимущественно небольшие, хорошо прогреваемые водоёмы и водотоки с медленным течением, избегает горные реки и крупные водоёмы, держится преимущественно в зарослях прибрежной растительности, на глубине от 0,2 до 8,0 м, чаще не глубже 2,0-3,0 м. Для пиявки *H. medicinalis* довольно опасно промерзание донного грунта, в связи с чем она не встречается в пересыхающих водоёмах и в северных широтах [1]. Быстро реагирует на механические, химические и другие раздражители, что помогает ей отыскивать жертв (амфибии, крупный рогатый скот, лошади, люди), кровью которых питается [1].

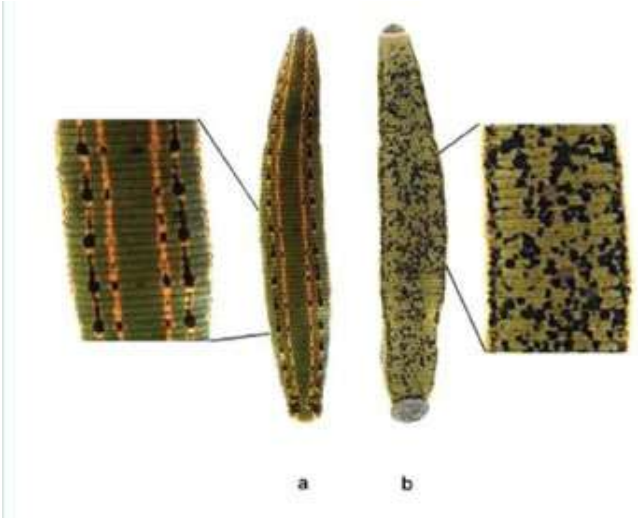


Рисунок 2. Медицинская пиявка *H. medicinalis*. Условные обозначения: a – спинная сторона, b – брюшная сторона (Фото С.Ю. Утевского).

Температурный (18-24°C) и кислородный режим (6-7 мг/л) среды являются важнейшими абиотическими факторами, влияющими на географическое распространение *H. medicinalis*, приуроченность к определённому типу водоема и ее физиологические особенности [1, 7]. Наиболее значимые антропогенные факторы, лимитирующие численность *H. medicinalis* – осушение основных мест обитания, что приводит к снижению плотности популяций земноводных, являющихся приоритетным источником питания для молоди пиявок; браконьерский вылов и техногенное загрязнение пресноводных экосистем. В силу высокой чувствительности к экотоксикантам медицинских пиявок используют в качестве биоиндикатора чистой воды [1, 2, 6].

В настоящее время *H. medicinalis* является официальным лекарственным средством, входит в Перечень подконтрольных товаров, подлежащих сопровождению ветеринарными сопроводительными документами, и относятся к группе «живые животные прочие (код 0106)» [12]. Секрет слюнных желез и ткани медицинских пиявок содержат комплекс биологически активных соединений, оказывающих разностороннее благотворное воздействие на организм человека и животных [13]. В связи с высокой эффективностью при лечении широкого спектра заболеваний в настоящее время *H. medicinalis* выращивают в искусственно созданных условиях на биофабриках [2]. Однако высокий спрос на медицинских пиявок как натурального средства оздоровления на данный момент опережает предложение официально действующих предприятий отрасли гирудокультуры, и сегодня природные ресурсы медицинских пиявок продолжают стремительно сокращаться [4, 5].

Пиявка *H. medicinalis*, как было указано выше, обладает международным природоохранным статусом, а также внесена в перечень региональных Красных книг 15 субъектов Российской Федерации: Тверской области – под категорией I (находящийся под угрозой исчезновения вид); Белгородской, Нижегородской, Пензенской областей – под категорией II (уязвимый вид, сокращающийся в численности), Республики Башкортостан, Республики Калмыкия, Луганской Народной Республики, Удмуртской Республики, Алтайского края и Воронежской, Курской, Смоленской, Саратовской областей – под категорией III (редкий вид); Республики Марий Эл и Калужской области – под категорией IV (неопределённого статуса вид) [4, 9]. Ожидается внесение *H. medicinalis* в третье издание Красной книги Челябинской области в категории природоохранного статуса III – редкий, распространенный на ограниченной территории вид [10].

Заключение. Таким образом, сведения по распространению медицинской пиявки *H. medicinalis* в подзоне южных сухих степей Оренбургской области позволяют расширить представления о современном географическом ареале этого вида гидробионтов, внесенного в Красный список МСОП. На основании полученных результатов фаунистических исследований предлагается включить пиявку *H. medicinalis* в новое издание Красной книги Оренбургской области (природоохранная категория IV – неопределенного статуса вид).

Благодарность. *Авторы выражают искреннюю признательность коллеге Гребенникову М.Е. за помощь в проведении экспедиционных работ. Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках государственного задания Института экологии растений и животных УрО РАН (№ 122021000091-2).*

Список литературы

1. Лукин Е.И. Пиявки пресных и солоноватых водоемов. Л.: Изд-во «Наука», 1976. Т. 1. 484 с.

2. Каменев О.Ю. Ресурсы медицинской пиявки (*Hirudo medicinalis* L.) в акваториях Западного Предкавказья и их рациональное использование: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Краснодар: Изд-во Кубанского государственного аграрного университета, 2007. 24 с.

3. Utevsky S., Zagmajster M., Trontelj P. *Hirudo medicinalis* // The IUCN Red List of Threatened Species 2014. e.T10190A21415816. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T10190A21415816.en.

4. Федорова Л.И. Редкие и уязвимые виды пиявок России // Астраханский вестник экологического образования. 2021. № 4(64). С. 186-194. DOI: 10.36698/2304-5957-2021-4-186-194.

5. Черная Л.В., Ковальчук Л.А., Микшевич Н.В. Географическая вариабельность содержания тяжёлых металлов в тканях медицинских пиявок (*Hirudo medicinalis, Hirudo verbana*) и в донных отложениях из мест их обитания // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2019. Т. 4. № 3. С. 67-77. DOI 10.24189/ncr.2019/051.

6. Черная Л.В., Ковальчук Л.А., Микшевич Н.В. Видовое разнообразие пиявок в водных экосистемах особо охраняемых природных территорий промышленных регионов России (на примере Урала и Донбасса) // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян»: Материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 50-летию заповедника «Мыс Мартьян», Ялта, 23-26 октября 2023 г. Ялта, 2023. Вып. 14. С. 357-362. DOI: 10.25684/2413-3019-2023-14-357-362.

7. Черная Л.В., Ковальчук Л.А., Кожаева Д.К., Жантеголов Д.В., Микшевич Н.В. Новые находки медицинской пиявки *Hirudo verbana* (Carena, 1820) в водных экосистемах Кабардино-Балкарии // Водные биоресурсы и среда обитания. 2024. Т. 7, № 1. С. 91-97.

8. Шаповалов М.И., Моторин А.А., Тхабисимова А.У. Пиявки (Hirudinea) в условиях антропогенной трансформации водных экосистем Северо-Западного Кавказа // Вода: химия и экология. 2012. № 4. С. 61-67.

9. Красная книга Луганской Народной Республики. Электронной издание / Под общ. ред. Е.И. Соколовой. Луганск: Министерство природных ресурсов и экологической безопасности. 2017. 185 с.

10. Красуцкий Б.В., Гашек В.А. Медицинская пиявка – новый вид в фауне Челябинской области // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2023. Т. 9. № 2. С. 125-133.

11. Nesemann H., Neubert E. Annelida, Clitellata: Branchiobdellida, Acanthobdellea, Hirudinea. Heidelberg: Spectrum Akademischer Verlag, 1999. 178 p.

12. Приказ Минсельхоза России от 18.12.2015 № 648 «Об утверждении Перечня подконтрольных товаров, подлежащих сопровождению ветеринарными сопроводительными документами» (Зарегистрировано в Минюсте России 17.02.2016 № 41118).

13. Ковальчук Л.А., Черная Л.В. Элементный и аминокислотный спектр секрета слюнных желёз и тканей медицинских пиявок. Значение для гирудотерапии // Вестник восстановительной медицины. 2013. № 2. С. 36-39.

УДК 502/504+631.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1465-1473

СОХРАНЕНИЕ РАЗНООБРАЗИЯ ПОЧВ СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМ РОССИИ НА ФЕДЕРАЛЬНОМ И РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЯХ

CONSERVATION OF STEPPE ECOSYSTEMS SOIL DIVERSITY IN FEDERAL AND REGIONAL PROTECTED AREAS OF RUSSIA

Чернова О.В.[1], Присяжная А.А.[2]
Chernova O.V. [1], PrisyazhnayaA.A. [2]

[1]Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, Россия
[2]Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, Московская обл., Россия
[1]Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
[2]Institute of Fundamental Problems of Biology of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow region, Russia

E-mail: [1]ovcher@mail.ru, [2]alla_pris@rambler.ru

Аннотация. Оценена площадная и типологическая представленность в федеральных особо охраняемых природных территориях (ООПТ) разнообразия естественных степных почв, типичных для почвенного покрова крупных географических регионов – почвенных провинций Карты почвенно-экологического районирования России. Выявлена низкаяплощадная обеспеченность ООПТ равнинных степных территорий: в 8 почвенных провинциях из 23 охраняемые территории отсутствуют, в 4 –занимают менее 0,2% площади. Типологическое разнообразие степных почв (включая лесостепи, степи, сухие степи и полупустыни) федеральные ООПТ обеспечивают на 58%: в них встречается 32 картографических выдела из 55, представляющих разнообразие степных почв и почвенных комплексов страны. Из остальных 23 почвенных выделов – 6 преобладают в почвенном покрове 7 провинций. Наиболее значительные ареалы этих почв площадью около 208 тыс. км^2 (13% площади степных почв) расположены в Предкавказье и Западной Сибири. Большая часть этих территорийизменена хозяйственной деятельностью, потребность в создании полигонов экологического и почвенного мониторинга высока, однако возможности по созданию новых ООПТ ограничены. Реализация планов по созданию 4 федеральных ООПТ в Западной Сибири может улучшить региональную представленность почвенного покрова в ООПТ, однако не повысит кардинально репрезентативность типологического разнообразия степных почв. По-видимому, единственной возможностью сохранения последних типичных для этих территорий естественных природных комплексов и почв – это повышение охранного статуса наиболее репрезентативных региональных ООПТ.

Ключевые слова: почвы степей, репрезентативность охраняемых территорий, разнообразие почв, геоинформационный анализ.

Abstract. For the federal specially protected natural areas (SPNA) the areal and typological representation of typical steppe soils diversity for soil cover in large geographical regions (soil provinces of the Map of soil-ecological zoning of Russia) was assessed. A low areal representation of SPNA in flat steppe territories was revealed: in 8 soil provinces out of 23 there are no protected areas, in 4 they occupy less than 0.2% of the area.Federal protected areas preserve 58% of the steppe soils typological diversity (including forest-steppes, steppes, dry steppes and semi-deserts): they contain 32 cartographic units out of 55 which present the diversity of steppe soils and soil complexes in Russia. Of the remaining 23 soil units, 6 predominate in the soil cover of 7 provinces.The most significant areas of these soils, with an area of about 208 thousand km2 (13% of all steppe soils area), are located in the Ciscaucasia and Western Siberia.Most of these territories have been changed by economic activities, the need of environmental and soil monitoring polygons creating is high, but the possibilities for new SPNA organizing are limited. The creation of 4 planning federal SPNA in Western Siberia can improve the soil cover regional representation in protected areas, but won't be able to radically increase the representativeness of the typological steppe soils diversity. It seems, increasing the protection status of the most representative regional SPNA is the only way to preserve the last typical natural ecosystems and soils of these territories.

Key words: steppe soils, soil diversity, representativeness of protected nature areas, geoinformation analysis.

Введение. Согласно имеющимся сценариям изменения климата глобальная приземная температура воздуха на планете будет продолжать повышаться, по крайней мере, до середины века. В соответствии с «Третьим оценочным докладом об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации»[1] территория России теплеет почти вдвое быстрее, чем

суша в целом. При этом общее потепление оказывает влияние на изменение других климатических характеристик посредством различных прямых и обратных связей в климатической системе. Изменения климата происходят неравномерно на фоне значительной межгодовой изменчивости и региональной неоднородности: к настоящему времени в наиболее холодной северной части территории страны фиксируется максимальное повышение температуры воздуха, а в аридной южной – максимальное снижение влажности воздуха и нарастание аридности климата [2, 3]. Все климатические сценарии прогнозируют дальнейший рост среднего количества осадков на большей части территории России, за исключением южных регионов, где прогнозируется противоположная тенденция [1].

Степные пространства страны (включая луговые, настоящие, сухие, опустыненные и сазовые степи) относятся к регионам, в которых климатические тренды и природные катаклизмы могут значительно изменить функционирование природных комплексов, кроме того, остро стоят проблемы антропогенной деградации этих областей. Обсуждению различных аспектов проблемы рационального природопользования в условиях высокой антропогенной преобразованности степных территорий, вопросам сохранения и восстановления биологического разнообразия этих регионов посвящены работы целого ряда исследовательских коллективов [4-12 и др.]. Однако разработка обоснованной стратегии устойчивого природопользования в меняющихся природных и антропогенных условиях требует постоянного мониторинга состояния естественных и антропогенно-измененных экосистем. При обсуждении перспектив развития национальной системы мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов в наземных экосистемах России отмечена насущная необходимость расширения сети наблюдательных полигонов в степных экосистемах [13]. Такую сеть наблюдательных полигонов для получения основных параметров функционирования естественных экосистем и их динамики логично приурочить к системе ООПТ.

Основным механизмом сохранения природного разнообразия традиционно считается сохранение его в пределах особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Мониторинг биологического разнообразия на видовом уровне, а также на уровне растительных сообществ ведется постоянно и учитывается при планировании развития государственной системы ООПТ [14, 15]. Связь особенностей почвенного покрова с биоклиматическими, литолого-геоморфологическими характеристиками регионов и геологической историей территории общеизвестна, однако лишь в последнее время угроза глобального изменения климата привлекла внимание к углероддепонирующему потенциалу почвенного покрова, его роли в биологическом круговороте элементов, а следовательно, и связи продукционных характеристик природных комплексов с особенностями почв. К сожалению, при планировании развития государственной системы ООПТ необходимость сохранения разнообразия природных почв до настоящего времени не учитывается несмотря на то, что имеется ряд исследований, посвящённых анализу репрезентативности системы ООПТ в отношении почвенного разнообразия [16-18].

В настоящее время актуальной задачей является повышение репрезентативности сети федеральных ООПТ в отношении разнообразия типичных для крупных природно-географических регионов почв и комплексов почви создание на базе ООПТ системы фоновых природных объектов – полигонов дляведения мониторинга и сравнения их функционирования с антропогенно-измененными аналогами.

Основная цель работы – оценка текущей представленности разнообразия типичных почв степных территорий России с соответствующими природными комплексамив сетифедеральных ООПТ и рассмотрение перспектив ее повышения за счет создания новых федеральных и повышения статуса региональных ООПТ.

Материалы и методы исследования. Исследование проведено в системе ArcView GIS на основе векторной Карты почвенно-экологического районирования (ПЭР) [19] с использованием цифровой версии Почвенной карты РСФСР М: 1:2 500 000 [20] (самой крупномасштабной из ныне существующих почвенных карт для территории России), дополненной Почвенной картой Крыма того же масштаба [21]. Современная версия Почвенной карты России (ПКР) представлена на сайте Почвенного дата-центра МГУ им. М.В. Ломоносова (https://soil-db.ru/map?lat=45.0404&lng=36.7987&zoom=7). Границы ООПТ оцифрованы в соответствии с установочными документами ООПТ и информацией сайта «Особо охраняемые природные территории России» [22].

Согласно Карте ПЭР [19], степные экосистемы преобладают в 22 равнинных провинциях трех почвенных зон: оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземов и серых лесных почв

лесостепи (М), обыкновенных и южных черноземов степи (Н), темно-каштановых и каштановых почв сухой степи (О) Центральной лиственно-лесной, лесостепной и степной почвенно-биоклиматической области и 1 равнинной почвенной провинции зоны светло-каштановых и бурых почв полупустыни (Р) Полупустынной почвенно-биоклиматической области. В 6 из 7 горных провинций этих двух почвенно-биоклиматических областей в низкогорьях распространены степные экосистемы начерноземах или каштановых почвах.

Методами геоинформационного анализа оценили площадную обеспеченность охраняемыми территориями федерального уровня равнинных почвенных провинций степных (от лесостепи до полупустыни) зон, а также представленность разнообразия типичных для провинций почв в ООПТ на основе сопоставления почвенного покрова ООПТ и территориальных единиц ПЭР.

Оценены перспективы повышения репрезентативности современной системы ООПТ федерального уровня путем сопоставления основных ареалов не представленных на охраняемых территориях почв и территорий, на которых планируется организациягосударственных заповедников и национальных парков [8, 15, 23]. Дополнительно рассмотрены возможности сохранения в наиболее измененных сельскохозяйственной деятельностью регионах последних участков естественных почв и экосистем в пределах ООПТ регионального уровня.

Результаты исследования и их обсуждение. В первую очередь оценена площадная обеспеченность федеральными ООПТ опорных единиц ПЭР степных регионов – равнинных и горных почвенных провинций, для равнинных и горных территорий, соответственно. Относительная доля площади охраняемых территорий федерального уровня от общей площади почвенных провинций изменяется в широких пределах: от 0 до 20% *(рисунок 1)*. Следует отметить, что равнинные провинции в значительно меньшей степени обеспечены охраняемыми территориями по сравнению с горными. Из 23 степных равнинных провинций в пределах 8 ООПТ отсутствуют, в 4 – охраняемые территории занимают менее 0,2% площади. На горных территориях относительная площадь федеральных ООПТ значительно выше (5-20%). Все горные системы характеризуются разнообразным в типологическом отношении почвенным покровом, значительные по площади охраняемые территории обеспечивают высокую представленность почвенного покрова высокогорий и значительно более низкую – наиболее плодородных почв соответствующих горных провинций (горных черноземовидных, горных лугово-степных), а также почв низкогорий, в которых и распространены степные экосистемы.

Учитывая условность проведения границ при мелкомасштабном природно-географическом районировании, а также приуроченность многих охраняемых территорийстепных регионовк интразональным или азональным позициям: поймам, балкам, водно-болотным угодьям,выходам коренных пород и т.п., наличие или отсутствие ООПТ в границах определенной почвенной провинции не может служить гарантией представленности или, соответственно, не представленности типичных для провинции почв и экосистем в пределах охраняемых территорий.

Представленность природного разнообразия почв страны в федеральных ООПТ, проанализированная на основе цифровой ПКР, выявила невысокую общую репрезентативность федеральных ООПТ в отношении природного разнообразия степных почв на уровне выделов легенды ПКР. В целом современная система федеральных степных ООПТ (включая лесостепи, степи, сухие степи и полупустыни) обеспечивает сохранение 32 картографических выделов из 55, представляющих типологическое разнообразие степных почв и почвенных комплексов страны. Остальные 23 выдела включают как исходно широко представленные в России почвы, значительно антропогенно измененные в настоящее время, так и почвы, занимающие небольшие площади в силу природно-географических особенностей их формирования и не имеющие особой хозяйственной ценности. *На рисунке 2* показано распространение на территории страны степных почв раздельно по 2 группам: степей и сухих степей и полупустынь, а также их представленность в государственных заповедниках, национальных парках и заказниках. Анализ картографических материалов позволяет легко заметить близкое соответствие локализации основных массивов степных почв, не представленных в федеральных ООПТ и равнинных почвенных провинций ПЭР, не обеспеченных охраняемыми территориями *(рисунки 1, 2)*.

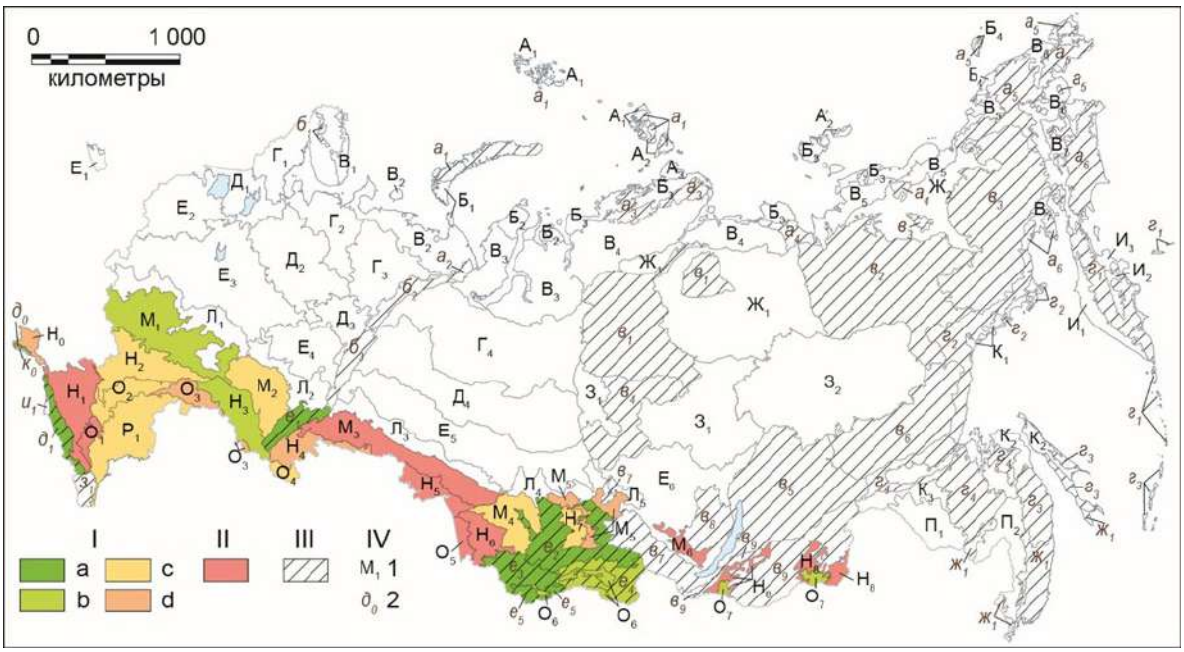


Рисунок 1. Площадная представленность федеральных ООПТ в степных провинциях ПЭР, %.

Условные обозначения: I – относительная площадь ООПТ в почвенных провинциях, %: a – 5-20, b – 1-5, c – 0,2-1, d – < 0,2; II – ООПТ отсутствуют; III – горные почвенные провинции; IV – индексы почвенных провинций: 1 – равнинные почвенные провинции, 2 – горные почвенные провинции (индексы почвенных провинций соответствуют индексам на Карте ПЭР [19]).

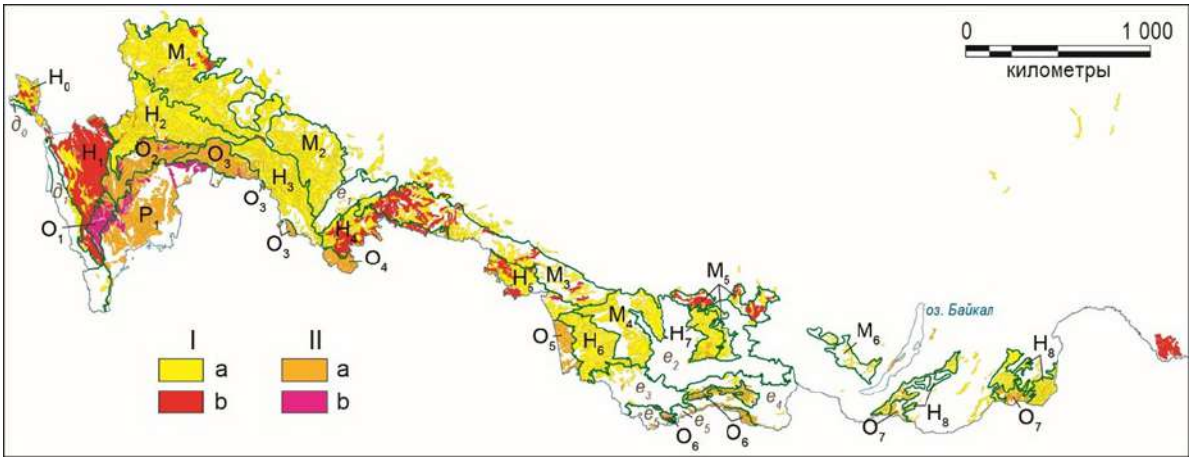


Рисунок 2. Почвы степей России. Распространение и представленность в федеральных ООПТ.

Условные обозначения: I – почвы и комплексы почв степей, II – почвы и комплексы почв сухих степей и полупустынь, a – встречаются в ООПТ, b – не встречаются в ООПТ

Хозяйственное освоение степных территорий привело к значительной трансформации почвенного покрова, включая рост водной и ветровой эрозии, снижение плодородия, рост засоления и осолонцевания. Высокая степень распаханности, пастбищный пресс, эксплуатация нефтегазовых месторождений, рост урбанизации ведут к уменьшению площади природных экосистем с ненарушенным почвами, снижению биологической продуктивности и изменению параметров биологического круговорота в степных регионах. Поэтому с практической точки зрения наиболее важно сохранение в ООПТ участков с типичным для крупных регионов естественным почвенным покровом и естественными или восстановленными экосистемами в качестве объектов мониторинга природных процессов и получения фоновых характеристик для сравнения с антропогеннопреобразованными аналогами. Ориентироваться на территории с

минимально нарушенным почвенным покровом особенно важно, поскольку именно в травяных экосистемах доля почвы в секвестрации и депонировании биофильных элементов, в частности углерода, максимальна. Так, известно, что надземная биомасса в травяных экосистемах значительно уступает подземной, иногда многократно, как по массе органического вещества, так и по годичному приросту фитомассы [24], а доля почв в общих запасах углерода степных экосистем превышает 90%, в отличие от 25-45% (включая подстилку), характерных для лесных почв [25].

Рассматривая почвы, типичные для сходных по природно-географическим характеристикам обширных территорий (равнинных почвенных провинций ПЭР), мы проанализировали их представленность в системе федеральных ООПТ без привязки к соответствующей провинции *(таблица 1)*. Было выявлено 6 не представленных в федеральных ООПТ естественных почв, типичных для почвенного покрова 7 степных равнинных почвенных провинций. В общей сложности они занимают 208 тыс. км^2, что составляет 13 % общей площади степных почв страны.

Самый значительный компактный массив не представленных в федеральных ООПТ почв расположен в Предкавказье *(рисунки 2, 3)*. Весь этот район значительно изменен сельскохозяйственной деятельностью, естественные природные комплексы встречаются исключительно в пределах охраняемых территорий. Единственная степная ООПТ федерального значения – Ботанический сад Южного федерального университета – сохранившийся в центре мегаполиса небольшой фрагмент донского степного ландшафта с типичным для региона черноземом обыкновенным мицелярно-карбонатным. Значительных по площади участков с целинными почвами и растительными ассоциациями здесь не осталось, поэтому мы попытались подобрать региональные ООПТ с минимально нарушенными биоценозами и почвами. Предварительный анализ доступной информации показал, что в пределах ареала черноземов южных и обыкновенных мицелярно-карбонатных расположены 66 ООПТ регионального значения, из них малонарушенные представители этих почв могут быть представлены на 8 ООПТ Ростовской области, 2 – Краснодарского края, 6 – Ставропольского края. Проведенные в Ростовской области экспедиционные обследования показали, что в действительности небольшие участки черноземов южных и обыкновенных мицелярно-карбонатных представлены лишь в 3 региональных ООПТ [26]. Почвенных обследований региональных ООПТ в Краснодарском и Ставропольском крае не проводилось.

Таблица 1

Представленность почв, типичных для провинций ПЭР в федеральных ООПТ*

Индекс	Название провинций	Типичные для провинции почвы, не представленные в ООПТ провинции
М3	*Западно-Сибирская лесостепная провинция* лугово-чернозёмных и луговых солонцеватых и солончаковатых почв, солонцов луговых и луговатых и чернозёмов языковатых выщелоченных	**- чернозёмы языковатые и карманистые выщелоченные,** - *лугово-чернозёмные*, - луговые солонцеватые и солончаковатые
М5	*Присаянская (островная) провинция* чернозёмов выщелоченных, преимущественно языковатых, среднегумусных и тучных и серых лесных почв	**- чернозёмы языковатые и карманистые выщелоченные** - серые лесные почвы
М6	*Иркутско-Черемховская провинция* серых лесных почв, чернозёмов выщелоченных и обыкновенных среднегумусных и дерново-подзолистых почв	- *чернозёмы выщелоченные**** - *черноземы обыкновенные* - серые лесные почвы - дерново-подзолистые почвы
Н0	*Крымская провинция* чернозёмов южных и чернозёмов южных мицелярно-карбонатных среднемощных слабогумусированных	**- черноземы южные и обыкновенные мицелярно-карбонатные (черноземы глубокие карбонатные)**
Н1	*Предкавказская провинция* чернозёмов обыкновенных и южных мицелярно-карбонатных мощных и сверхмощных малогумусных	**- черноземы южные и обыкновенные мицелярно-карбонатные (черноземы глубокие карбонатные)**
Н4	*Зауральская провинция* чернозёмов обыкновенных и южных, преимущественно языковатых	**- черноземы языковатые обыкновенные** **- черноземы языковатые южные**

Индекс	Название провинций	Типичные для провинции почвы, не представленные в ООПТ провинции
Н5	*Западно-Сибирская степная провинция* черноземов языковатых обыкновенных и южных, лугово-черноземных солонцеватых и солончаковатых почв и солонцов луговых и луговатых	**- черноземы языковатые обыкновенные** **- черноземы языковатые южные** *- лугово-черноземные солонцеватые и солончаковатые*
Н6	*Предалтайская степная провинция* черноземов обыкновенных и южных среднемощных мало- и среднегумусных	*- черноземы обыкновенные* *- черноземы южные*
Н8	*Забайкальская провинция* черноземов мучнисто-карбонатных (промытых) и лугово-черноземных почв	- черноземы мучнисто-карбонатные (промытые) *- лугово-черноземные*
О1	*Восточно-Предкавказская провинция* темно-каштановых и каштановых мицелярно-карбонатных почв	**- темно-каштановые мицелярно-карбонатные** **- каштановые мицелярно-карбонатные**
О2	*Донская провинция* темно-каштановых и каштановых почв	- каштановые
О3	*Сыртово-Заволжская провинция* темно-каштановых и каштановых почв	- каштановые
О5	*Предалтайская сухостепная провинция* темно-каштановых и каштановых почв	- темно-каштановые - каштановые

*Приведены провинции, с относительной площадью ООПТ <0,2%.

**Жирным шрифтом обозначены почвы, не представленные в федеральных ООПТ.

***Курсивом обозначены типичныепочвы провинций Западной Сибири, представленные в ООПТ только в почвенных провинциях Европейской России.

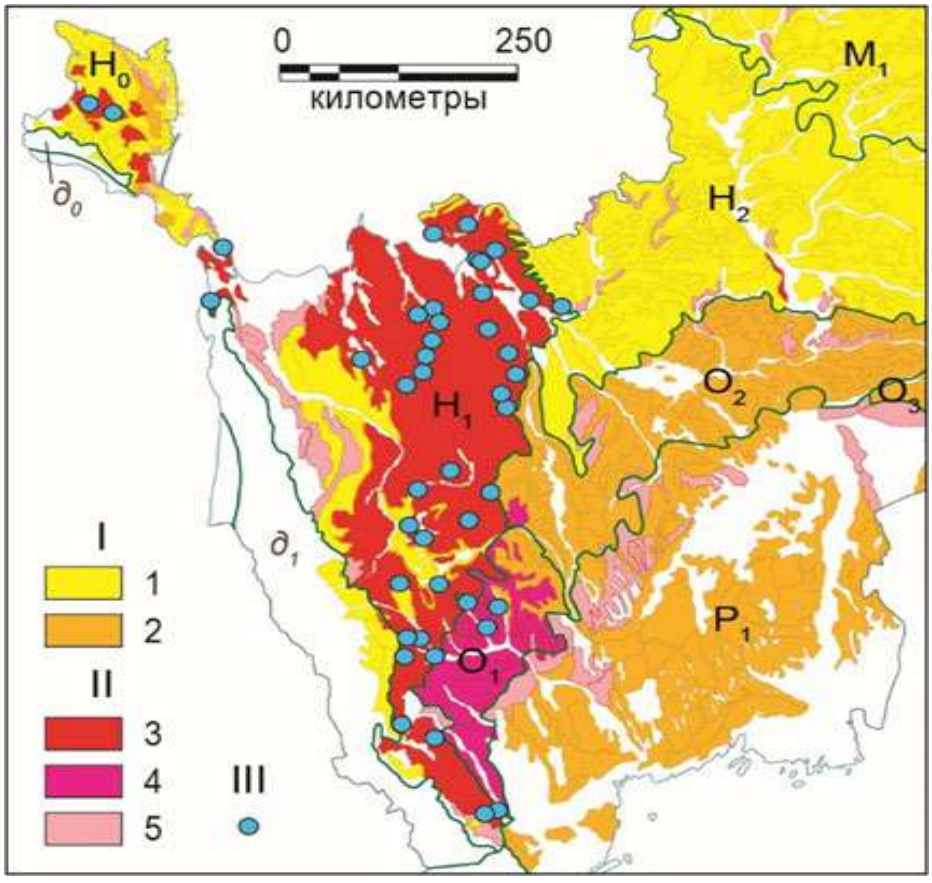


Рисунок 3. Распространение и представленность в федеральных ООПТ степных почв Предкавказья и Крыма.

Условные обозначения: почвы и комплексы почв: I – встречаются в ООПТ: 1 –степей, 2 –сухих степей и полупустынь; II – не встречаются в ООПТ: 3 – черноземы южные и обыкновенные мицелярно-карбонатные, 4 – мицелярно-карбонатные (темно-каштановые, каштановые), 5 – другие; III – ООПТ регионального значения.

Создание в Предкавказье новых значительных по площади охраняемых территорий вряд ли возможно, а сохранение последних фрагментов плакорных степных экосистем с ненарушенным почвенным покровомв качестве объектов фонового мониторинга в этом чрезвычайно важном сельскохозяйственном регионе необходимо, по-видимому, следует рассмотреть возможность повышения охранного статуса наиболее репрезентативных ООПТ регионального уровня.

Также очень низка обеспеченность охраняемыми территориямистепных равнинных почвенных провинций Западной Сибири *(рисунок 1)*. Согласно Плану мероприятий по реализации Концепции развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 г. [23],четыре охраняемые территории должны располагаться в этом регионе *(рисунок 4)*, но пока ни одна из них не организована, хотя необходимость создания некоторых, например Барабинского заповедника, обсуждается с середины прошлого века. Реализация этих планов значительно повысила бы территориальную репрезентативность ООПТ равнинных почвенных провинций и, вероятно, типологическую представленность сибирских вариантов степных почв, которые пока встречаются только в ООПТ европейской части страны *(таблица 1)*, но общая типологическая репрезентативность системы федеральных ООПТ не повысится, как не повысится и репрезентативность степных полигонов природного мониторинга, поскольку проектируемые охраняемые территории находятся внеосновных ареалов типичных почв, не представленных в ООПТ.

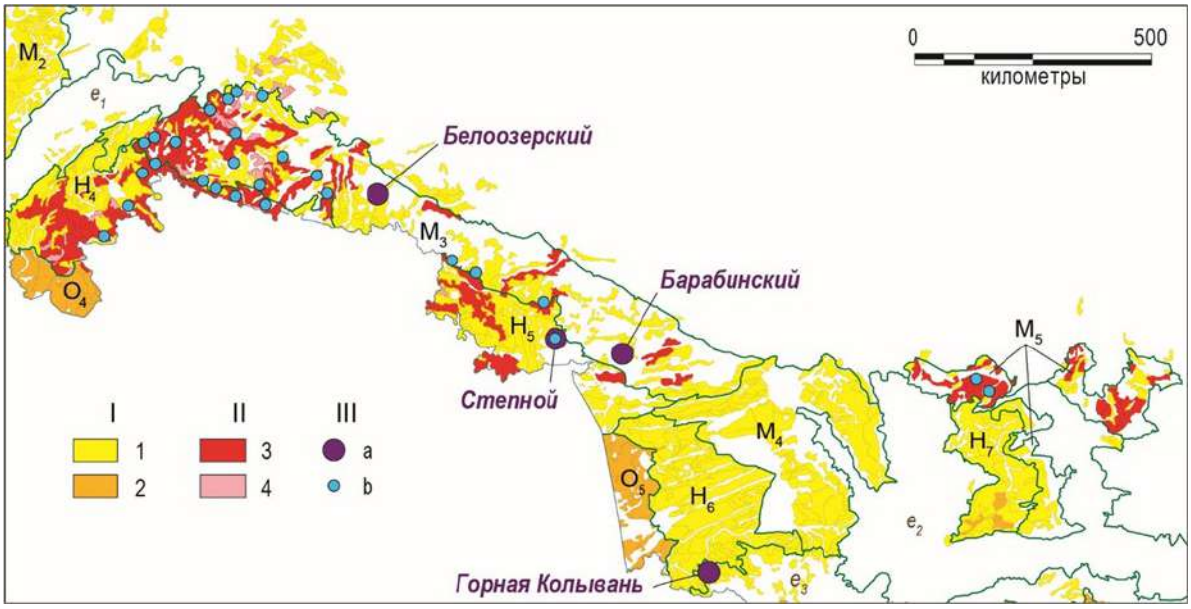


Рисунок 4. Распространение и представленность в федеральных ООПТ степных почв Западной Сибири.

*Условные обозначения:*почвы и комплексы почв степей:I – встречаются в ООПТ: 1 – степей, 2 – сухих степей и полупустынь; II – не встречаются в ООПТ: 3 – черноземы языковатые (карманистые выщелоченные, обыкновенные, южные), 4 – другие; III – ООПТ: a – перспективные, b – государственные заказники регионального значения

Основные массивы, не представленных в федеральных ООПТ языковатых черноземов (выщелоченных, обыкновенных и южных), сосредоточены в Челябинской и Курганской областях. Некоторые региональные заказники расположены в пределах ареалов этих почв (в Челябинской области – 12, в Курганской – 9 и в Омской – 4 заказника), практически все они зоологического профиля с минимальными целинными степными участками *(рисунок 4)*. Вероятно, чтобы сохранить участки с последними ненарушенными природными комплексами региона требуется обследовать их почвенный покров и повысить охранный статус наиболее типичных и сохранных ООПТ.

Выводы. Рассчитана площадная обеспеченность федеральными ООПТ степных равнинных и горных почвенных провинций ПЭР. Относительная доля площади ООПТ в провинциях изменяется от 0 до 5% для равнин и достигает 20% для горных территорий. В 8 равнинных провинциях из 23 – ООПТ отсутствуют, в 4 – занимают менее 0,2% площади.

1. Общая типологическая репрезентативность федеральной системы ООПТ в отношении природного разнообразия степных почв составляет 58% (32 картографических выдела из 55 степных почв и почвенных комплексов страны).

2. Выявлено, что в пределах федеральных охраняемых территорий не представлены 6 картографических выделов, составляющих основу почвенного покрова 7 крупных географических регионов – провинций ПЭР. Наиболее значительные ареалы этих почв общей площадью около 208 тыс. км^2 (13% площади степных почв) расположены в Предкавказье и Западной Сибири.

3. Большая часть территорий распространения этих почв изменена хозяйственной деятельностью, поэтому создание здесь новых ООПТ проблематично. Реализация планов по созданию 4 федеральных охраняемых территорий в Западной Сибири может улучшить региональную представленность почвенного покрова, однако не повысит кардинально репрезентативность типологического разнообразия степных почв с соответствующими природными комплексамив ООПТ.

4. Для повышения репрезентативности сети полигонов экологического мониторинга на базе степных ООПТ требуется обеспечить территориальную охрану ненарушенных экосистем с соответствующими почвами. Вероятно, для этого следует скорректировать границы некоторых охраняемых территорий и рассмотреть возможности повышения уровня охраны наиболее репрезентативных региональных ООПТ.

Работа выполнена при финансовой поддержке научного проекта РНФ № 22-14-00107. В работе использованы материалы, полученные в рамках госзаданий №АААА-А18-118042490060-1 ИПЭЭ РАН и № 122041200035-2 ИФПБ РАН.

Список литературы

1. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб.: Наукоемкие технологии. 2022. 124 с.

2. Губарев Д.И., Левицкая Н.Г., Деревягин С.С. Влияние изменений климата на деградацию почв в аридных зонах Поволжья // Аридные экосистемы. 2022. Т. 28. № 1. С. 20-27.

3. Алябина И.О., Чернова О.В., Присяжная А.А., Решоткин О.В. Почвенный покров заповедников и национальных парков как отражение зонально-региональных особенностей территории России // ИнтерКарто. ИнтерГИС.М.: Издательский дом МГУ, 2023 Т. 29. № 1. С. 574-588. DOI:10.35595/2414-9179-2023-1-29-574-588.

4. Пространственное развитие степных и постцелинных регионов Европейской России / ред. А.А. Чибилев. Оренбург: ИС УрО РАН. 2019. Т. 2. 200 с.

5. Чибилёв А.А., Соколов А.А., Руднева О.С. Эффективность использования природного агропотенциала в степных регионах европейской России // Известия РАН. Серия географическая. 2019. № 4. С. 24-30.

6. Гулянов Ю.А., Чибилев А.А. Экологизация степных агротехнологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды // Теоретическая и прикладная экология. 2019. № 3. С. 5-11. DOI:10.25750/1995-4301-2019-3-005-011.

7. Чибилев А.А., Петрищев В.П., Косых П.А. Анализ географических факторов устойчивого развития муниципальных образований юга Урала и Западной Сибири // Юг России: экология, развитие. 2021. Т. 16. № 4 (61). С. 113-126.

8. Чибилев А.А. Ландшафтно-экологический каркас как территориальная основа устойчивого развития земледельческих регионов России // Юг России: экология, развитие. 2022. Т. 17. № 2(63). С. 115-121.

9. Соболев Н.А., Белоновская Е.А., Титова С.В., Тишков А.А. Размеры степных заповедников и характерное пространство обитания популяций различных видов живых организмов // Вопросы степеведения. 2019. № 15. С. 307-310. DOI: 10.24411/9999-006A-2019-11548.

10. Тишков А.А., Белоновская Е.А., Золотухин Н.И., Титова С.В., Царевская Н.Г., Чендев Ю.Г. Сохранившиеся участки степей как основа будущего экологического каркаса Белгородской области // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 1(82). С. 43-53.

11. Тишков А.А., Кренке А.Н., Титова С.В., Белоновская Е.А., Царевская Н.Г. Изменения надземной фитомассы экосистем Северной Евразии в XXI веке // Доклады РАН. Науки о Земле. 2021. Т. 497. № 2. С. 193-198.

12. Тишков А.А., Некрич А.С. Факторы территориальной дифференциации агроландшафта и перспективы сохранения степей Белгородской области // Аридные экосистемы. 2022. Т. 28. № 2(91). С. 13-26.

13. Резолюция по итогам научных дебатов «Какой должна быть национальная система мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов в наземных экосистемах России?». Москва. 2023. 9 с.https://rbf-ras.ru/academic-dispute/2023-11-09/.

14. Кревер В.Г., Стишов М.С., Онуфреня И.А. Охраняемые природные территории России: современное состояние и перспективы развития.М.: ОрбисПиткус. 2009. 456 с.

15. Стишов М.С. Развитие федеральной системы особо охраняемых природных территорий России в период 2009-2018 гг. и его дальнейшие перспективы. М.: 2020. 184 с.

16. Чернова О.В. Сохранение естественных почв на охраняемых природных территориях Российской Федерации // Известия РАН. Серия географическая. 2012. № 2. С. 30-37.

17. Присяжная А.А., Хрисанов В.Р., Митенко Г.В., Чернова О.В., Снакин В.В. Анализ почвенного разнообразия заповедников и национальных парков России (с учетом новых территорий) // Геодезия и картография. 2016. № 12. С. 7-15. DOI: 10.22389/0016-7126-2016-918-12-7-15.

18. Присяжная А.А., Чернова О.В., Митенко Г.В., Снакин В.В. Геоинформационный анализ охраны почвенного покрова в Арктической зоне Российской Федерации // Арктика: экология и экономика. 2021. Т. 11. № 4. С. 529-540. DOI: 10.25283/2223-4594-2021-4-529-540.

19. Урусевская И.С., Алябина И.О., Шоба С.А. Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации. Масштаб: 1:8 000 000. МГУ им. М.В. Ломоносова. Факультет почвоведения. М., 2019.

20. Почвенная карта РСФСР. Масштаб: 1:2 500 000 / гл. ред. В.М. Фридланд. М.: ГУГК, 1988. 16 с. (Скорректированная цифровая версия, 2007).

21. Урусевская И.С., Мартыненко И.А., Алябина И.О. Почвенная карта Крыма. Масштаб: 1:2 500 000 врезка к Карте почвенно-экологического районирования Российской Федерации. Масштаб: 1:8 000 000. МГУ им. М.В. Ломоносова. Факультет почвоведения. М. 2019.

22. Особо охраняемые природные территории России. http://oopt.aari.ru/(дата обращения: 21.09.2023).

23. Концепция развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 22 декабря 2011 г. N 2322-р).

24. Абатуров Б.Д. Сравнительная продуктивность лесных и травяных экосистем. // Вестник Российской академии наук.2023.Т. 93, № 2.С. 162-170.

25. Chernova O V, Ryzhova I M and Podvezennaya M A. Historical Trends in the Amount and Structure of Organic Carbon Stocks in Natural and Managed Ecosystems in European Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. V. 438. DOIhttps://doi.org/10.1088/1755-1315/438/1/012005.

26. Безуглова О.С., Горбов С.Н., Литвинов Ю.А., Чернова О.В. Принципы создания Красной книги почв Ростовской области. Ростов-на-Дону – Таганрог: Южный федеральный университет. 2022. 116 с.

УДК 502.753
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1474-1477

СОХРАНЕНИЕ РЕЛИКТОВЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В ПРИАНГАРСКИХ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТАХ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

PRESERVATION OF RELIC VASCULAR PLANTS IN THE PRIANGAR LANDSCAPES OF THE BAIKAL REGION (IRKUTSK REGION)

Чернышева О.А.
Chernysheva O.A.

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия
Siberian Institute of Plant Physiology & Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

E-mail: helga8408@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются реликтовые сосудистые растения приангарских степных ландшафтов Байкальского региона. Выявлено сокращение количества редких видов, связанное с интенсивной хозяйственной деятельностью и наполнением Братского водохранилища. Отмечено, что охранный статус этих таксонов в Приангарье не обеспечивается ни одной ООПТ, а поддерживается исключительно Красными книгами, только четыре вида защищены близ озера Байкал на территории Прибайкальского национального парка. Несмотря на негативные экологические последствия природопользования, показаны группы реликтовых растений стабильно сохраняющихся и широко распространенных видов. Предложено создать четыре ООПТ, что позволит не только сохранить генетический фонд и содействовать воспроизводству редких и реликтовых степных видов сосудистых растений, но и снизить нагрузку на охраняемые территории уже созданные вокруг объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО озера Байкал.
Ключевые слова: Байкальский регион, Иркутская область, Приангарье, реликтовый вид.

Abstract. The article examines relict vascular plants of the priangarie locality of the Baikal region. A decrease in the number of rare species was revealed, associated with intensive economic activity and the filling of the Bratsk Reservoir. It is noted that the protective status of these taxa in the Priangar is not ensured by any protected areas, but is supported exclusively by the Red Books; only four species are protected near Lake Baikal in the territory of the Baikal National Park. Despite the negative environmental consequences of environmental management, groups of relict plants of stably preserved and widespread species are shown. In the Priangar, it is proposed to create four protected areas, which will not only preserve the genetic fund and promote the reproduction of rare and relict steppe species of vascular plants, but also reduce the burden on the protected areas already created around the UNESCO World Natural Heritage site Lake Baikal.
Key words: Baikal region, Irkutsk region, Priangarie, relict species.

Введение. Байкальский регион – территория, прилегающая с запада и востока к озеру Байкал, в нее входят три субъекта Российской Федерации (Иркутская область, Республика Бурятия, Забайкальский край). В настоящей работе, рассмотрены участки степных «островов» [1], протянувшиеся в бассейне реки Ангара (Приангарские степи), административно относящиеся к территории Иркутской области.

Приангарские степи не занимают сплошное пространство, а окружены лесами и по существу являются экстразональными включениями в лесной зоне. Здесь встречаются настоящие, луговые и сазовые степи, в ландшафтах которых отмечаются реликтовые сосудистые растения пустынной (палеогеновой), древнесредиземноморской, неморальной (плиоценовой) флоры [1, 2]. Большая часть этих видов являются редкими, исчезающими и внесены в Красные книги разного ранга и уровня.

Фактическое состояние приангарских степей, как и во всей Евразии, характеризуется высоким уровнем антропогенной нагрузки [3-8]. Интенсивная хозяйственная деятельность (1960-1990 гг.) и наполнение Братского водохранилища (1961-1967 гг.), нанесли значительный урон, этим ценным, во флористическом плане землям [9]. Если до индустриализации в степях Приангарья отмечалось более 55 редких видов [10, 11], то сейчас эта цифра сократилась до 35, из них 25 реликтовые [12]. Охранный статус этих таксонов не обеспечивается ни одной особо охраняемой природной территорией (ООПТ), а поддерживается исключительно Красными книгами. Только четыре реликтовых вида, отмеченных в Приангарье, защищены близ озера Байкал на территории Прибайкальского национального парка.

Реликтовые виды – наиболее уязвимая часть биологического разнообразия, они являются первыми претендентами на вымирание. Важнейшим условием обеспечения выживания реликтов является сохранение ценозов, в составе которых они существуют в данное время. В условиях изменяющейся окружающей среды, чтобы уберечь эти растения, необходимо вести научно обоснованную политику по их сохранению.

Для обоснования высокой природоохранной ценности приангарских степей необходимы свежие флористические данные. Последние масштабные исследования имеют более чем 50-летнюю давность и проводились они перед и во время наполнения водохранилища. Последующие полвека были только эпизодические исследования региона, находившие свое отражение в сводках по обнаружению новых местонахождений растений [13-16 и др.].

Цель работы – оценить фактическое количество реликтовых видов в степях Приангарья, дать рекомендации по созданию ООПТ.

В статье представлены результаты анализа гербарных коллекций (IRK, IRKU, NSK, LE, MW), литературных данных, топонимических материалов, картографических документов и полевых исследований за 2018-2023 гг. Собранный гербарный материал депонирован в IRK.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате ретроспективного анализа динамики разнообразия степных экосистем Приангарья, проанализированы известные местонахождения для 25 видов реликтовых растений, выделены: затопленные, подтвержденные и оставшиеся под вопросом. Показано, что наибольшая их концентрация в центральной части долины реки Ангара. В таксономическом отношении исследуемые виды относятся к 16 семействам и 21 роду. Наибольшим числом таксонов представлены бобовые, маревые, гречишные, такие данные свидетельствует о том, в геологическом прошлом в регионе были распространены пустынно-степные ландшафты, эдификаторами которых часто выступают представители данных семейств. Ареалогический анализ указывает на неоднородность флоры Приангарья, так, восточно-палеарктические виды составляют 25 %, а западно-палеарктические 12,5%, при этом у большинства из них здесь проходят границы распространения. Сравнительный анализ реликтовой растительности с соседними регионами, показал, что большинство видов относится к сибирско-монгольской группе.

Из выделенных реликтовых видов, для семи – повторные находки не подтвердились или они были единичны. Еще шесть видов: *Zannichellia pedunculata* Rchb., *Nitraria sibirica* Pall., *Stevenia cheiranthoides* DC., *Diarthron linifolium* Turcz., *Iris biglumis* Vahl., *Suaeda glauca* (Bunge) Bunge, возможно, исчезли с территории Приангарья.

Несмотря на негативные экологические последствия природопользования, были отмечены стабильно сохраняющиеся участки ботанического разнообразия и восстановление очагов с коренной растительностью на залежных землях. Среди реликтовых растений выделили группы стабильно сохраняющихся и широко распространенных видов *(таблица 1)*.

Таблица 1

Группы реликтовых растений в Приангарье

Стабильно сохраняющихся видов (новые находки за последние 1-10 лет)	Широко распространенных видов (разрастающийся ареал вида за последние 10 лет)
1. *Tulipa uniflora* (L.) Besser & Backer 2. *Hedysarum turczaninovii* Peschkova 3. *Astragalus ionae* Palib. ex Gontsch. & Popov 4. *Astragalus sulcatus* L. 5. *Astragalus testiculatus* Pall. 6. *Phlox sibirica* L.	1. *Astragalus angarensis* Turcz. ex Bunge 2. *Stipa pennata* L.

С учетом полученных данных, предлагаем создать четыре ООПТ (см. на *рисунок 1* сверху вниз, с лева на право): «Игжей» – здесь отмечены *Tulipa uniflora*, *Astragalus angarensis*, *Astragalus testiculatus* и др.; «Приангарские реликты» – самое крупное в Восточной Сибири местонахождение *Tulipa uniflora*, также отмечены *Astragalus ionae*, *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst., *Petrosimonia litwinowii* Korsh., *Stipa pennata* и др.; «Хайга» – микрорефугиум древнесредиземноморской флоры с общирной популяцией *Hedysarum turczaninovii*; «Гаханы» – *Gagea granulosa* Turcz., *Lilium pumilum* Delile., *Phlox sibirica* и др. На предлагаемых ООПТ

представляется возможным уберечь 12 таксонов, что является третьей частью от сохранившегося генетического фонда редких и реликтовых видов Приангарья.

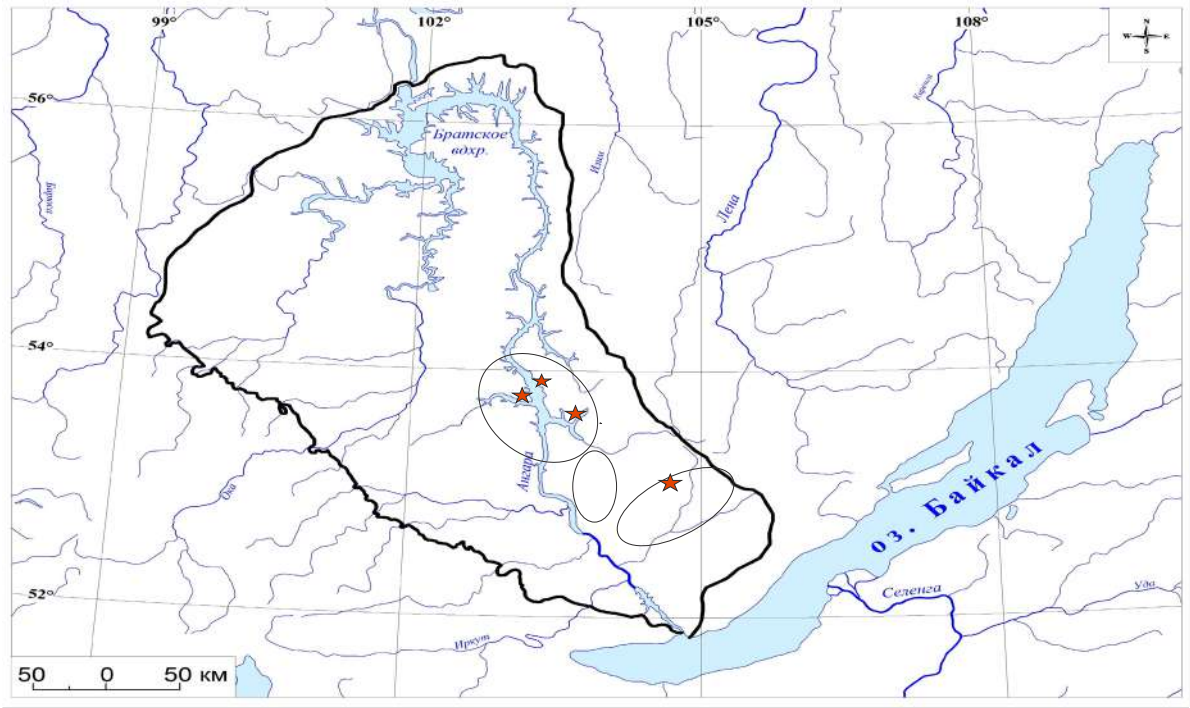


Рисунок 1. Распределение ООПТ в степных ландшафтах Приангарья.
Условные обозначения: *толстая линия* – граница Приангарья, *тонкая линия* – условные границы степей, *звезды* – предлагаемые ООПТ.

Заключение. На данный момент нами исследована лишь третья часть возможных местонахождений редких растений. Основное внимание было уделено раннецветущим растениям. В дальнейшем необходим мониторинг состояния и численности известных популяций и поиски новых. Результатом нашей работы видится создание точечных охраняемых резерватов и расширение их до сети ООПТ. Это позволит не только сохранить генетический фонд и содействовать воспроизводству редких и реликтовых степных видов сосудистых растений Байкальского региона, но и снизить нагрузку на охраняемые территории, уже созданные вокруг объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО озера Байкал.

Работа выполнена в рамках гос. задания «Исследование биологического разнообразия Байкальской Сибири на территориях разной степени нарушенности природными и антропогенными факторами», № проекта – 0277-2021-0006, № гос. регистрации – 121031300013-1.

Список литературы

1. Пешкова Г.А. Степная флора Байкальской Сибири. М.: Наука, 1972. 207 с.

2. Малышев Л.И., Пешкова Г.А. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск: Наука, 1984. 266 с.

3. Намзалов Б.Б., Дубровский Н.Г. Степная растительность Тувы и ее классификация (класс формаций опустыненные степи, луговые степи, высокогорные ксерофильные степи) // Вестник Тувинского госуниверситета. 2011. С. 19-23.

4. Чернышева О.А., Верхозина А.В. Степные реликтовые сосудистые растения Верхнего Приангарья и их охрана // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». 2012. Т. 5. № 4. С. 31-35.

5. Силантьева М.М., Андреева И.В., Сперанская Н.Ю., Смелянский И.Э. Степные и лесостепные особо охраняемые природные территории алтайского края: проект развития до 2025 г. // Вестник алтайской науки. 2014. № 4. С. 210-216.

6. Миноранский В.А., Малиновская Ю.В., Безуглова Е.А. Опыт ассоциации «Живая природа степи» и заповедника «Ростовский» по восстановлению биоразнообразия антропогенно опустыненных степей // Национальная Ассоциация Ученых. 2015. № 3-6 (8). С. 115-117.

7. Петрова М.В. Степи и их значение (глобальное и региональное) // Вопросы степеведения. 2021. № 1. С. 48-56. DOI: 10.24412/2712-8628-2021-1-48-56.

8. Левыкин С.В., Чибилёв А.А., Кочуров Б.И., Казачков Г.В. К стратегии сохранения и восстановления степей и управления природопользованием на постцелинном пространстве // Известия РАН. Серия географическая. 2020. Т. 84. № 4. С. 626-636. DOI: 10.31857/S2587556620040093.

9. Лопатина Д.Н. История освоения и хозяйственного использования земель на территории Приангарья // Успехи современного естествознания. 2016. № 6. С. 169-173.

10. Пешкова Г.А. Краткий анализ флоры степей Приангарья // Научные чтения памяти М.Г. Попова: I и II чтения. Иркутск, 1960. С. 67-98.

11. Пешкова Г.А. Флорогенетический анализ степной флоры гор Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 2001. 192 с.

12. Чернышева О.А., Казановский С.Г., Преловская Е.С., Дударева Н.В. Исследования разнообразия сосудистых растений и мохообразных в лесных и степных экосистемах Байкальской Сибири // Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2019 году». Иркутск: ООО «Мегапринт», 2020. С. 272-273.

13. Зарубин А.М., Иванова М.М. Ляхова И.Г. Барицкая В.А., Ивельская В.В. Флористические находки в Прибайкалье // Бот. журн. 1993. Т. 78. № 8. С. 93-101.

14. Азовский М.Г., Иванова М.М., Казановский С.Г., Киселева А.А. Флористические находки в Иркутской области и Бурятии // Бот. журн. 1999. Т. 84. № 2. С. 127-133.

15. Verkhozina A.V., Belous V.N., Chernysheva O.A., Ebel A.L., Erst A.S., Friesen N.V., Iuzhakova M.A., Kuznetsov A.A., Luferov A.N., Murashko V.V., Murtazaliev R.A., Ovchinnikova S.V., Wang W., Zavgorodnyaya O.Yu., Krivenko D.A. Findings to the flora of Russia and adjacent countries: New national and regional vascular plant records, 1 // Botanica Pacifica. A journal of plant science and conservation. 2019. Vol. 8(1). P. 143-154. DOI: 10.17581/bp.2019.08114.

16. Кривенко Д.А., Чернышева О.А. Новые местонахождения охраняемых видов сосудистых растений в Южной Сибири // Ботанический журнал. 2018. Т. 104, № 7. С. 143-160. DOI: 10.1134/S0006813619070068.

УДК 502.4:502.5
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1478-1482

ИСТОРИКО-ПРИРОДНЫЙ КОМПЛЕКС «ЛЕДЯНАЯ ГОРА И КУНГУРСКАЯ ЛЕДЯНАЯ ПЕЩЕРА»: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

HISTORICAL AND NATURAL COMPLEX "ICE MOUNTAIN AND KUNGUR ICE CAVE": CURRENT STATE AND ANTHROPOGENIC IMPACT

Чибилёв А.А.[1], *Кадебская О.И.[2], **Калмыкова О.Г.[1], Вельмовский П.В.[1], Наумкин Д.В.[2], Кин Н.О.[1]
Chibilev A.A.[1], Kadebskaya O.I.[2], Kalmykova O.G.[1], Velmovskiy P.V.[1], Naumkin D.V.[2], Kin N.O.[1]

[1]Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
[2]Горный институт УрО РАН, Пермь, Россия
[1]Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia
[2]Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Perm, Russia

E-mail: *icecave@mi-perm.ru, **okstepposa@gmail.com,

Аннотация. Историко-природный комплекс «Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера» – уникальный объект, часть крайне интересной в научном отношении Кунгурской лесостепи. Изучение современного состояния ландшафтов и растительного покрова этой территории подтвердило ее высокое природоохранное значение. В то же время было отмечено значительное антропогенное воздействие на экосистемы ООПТ, повреждение уникальных степных сообщества и местообитаний редких видов растений. По результатам проведенных исследований авторами даны рекомендации по оптимизации условий природопользования в пределах ООПТ «Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера».

Ключевые слова: особо охраняемая природная территория, антропогенная деградация, Кунгурская лесостепь, Ледяная гора, ландшафт.

Abstract. The historical and natural complex «Ice Mountain and Kungur Ice Cave» is a unique object, part of the Kungur forest-steppe, which is extremely scientifically interesting. The study of the current state of the landscapes and vegetation cover of this territory has confirmed its high environmental importance. At the same time, significant anthropogenic impact on the ecosystems of protected areas, damage to unique steppe communities and habitats of rare plant species was noted. Based on the results of the conducted research, the authors have given recommendations on optimizing environmental management conditions within the protected area «Ice Mountain and Kungur ice Cave».

Key words: specially protected natural area, anthropogenic degradation, Kungur forest steppe, Ice mountain, landscape.

Кунгурская лесостепь – уникальный ландшафтный феномен, расположен в бассейне реки Сылвы. Выделена и описана в конце XIX века ботаниками С.И. Коржинским [1] и П.Н. Крыловым [2]. Площадь Кунгурской лесостепи составляет, по литературным данным [3, 4], около 10 тысяч км^2. По-видимому, этот показатель завышен. По нашим подсчетам [5], в описанных С.И. Шиловой границах и в соответствии с картосхемой, предложенной С.А. Овесновым [6], ее реальная площадь не превышает 8 тысяч км^2. Всемирную известность ландшафт этой части Пермского края приобрел благодаря Кунгурской ледяной пещере, научное изучение которой началось в 1703 году. В начале XX века основатели Постоянной Природоохранительной комиссии ИРГО (И.П. Бородин [7], В.П. Семенов-Тян-Шанский [8]) предложили организовать в районе Кунгурской пещеры заповедник по типу национальных парков. Кроме уникальных карстовых ландшафтов этой территории, огромную ботаническую ценность представляют места обитания редких видов растений, занесенных в Красную книгу России и Пермского края.

Историко-природный комплекс «Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера» занимает площадь 138,0 га и расположен в городе Кунгуре Пермского края на правом берегу р. Сылвы в непосредственной близости от с. Филипповка.

Целью создания особо охраняемой природной территории является обеспечение ее охраны, поскольку сочетание естественных и (или) преобразованных деятельностью человека ландшафтов представляет ценность и большой интерес в научном, эколого-просветительском, культурном, эстетическом и мемориальном отношениях.

На территории историко-природного комплекса обеспечивается охрана одной из крупнейших пещер России – Кунгурской ледяной, Ермакова и Кунгурского городища Неволинской культуры (VIII-IX вв.), фрагментов реликтовой лесостепи.

В 2022 году в пределах данного объекта и аналогичных участков Кунгурской лесостепи сотрудниками Института степи и Горного института УрО РАН проводились научно-исследовательские работы, целью которых было изучение современного состояния и антропогенного воздействия на ландшафт историко-природного комплекса «Ледяная года и Кунгурская ледяная пещера».

Уникальным объектом, входящим в состав историко-культурного комплекса, является Кунгурская ледяная пещера – наглядный пример развития туризма как направления экологически ответственного природопользования. Реальный месячный уровень посещаемости пещеры в разы ниже допустимого, и в разы ниже ее посещаемости в советский период. Превышение дневного уровня посещаемости пещеры относительно проектных данных (в которых предусмотрена только предельная месячная посещаемость) не происходит. Кроме того, совместными усилиями ГИ УрО РАН и лицензиата за последние три года удалось не только сохранить ледяное убранство пещеры, являющееся визитной карточкой этого природного памятника, но и нарастить лед, увеличить площадь оледенения.

Надзорные органы понуждали поставить Кунгурскую Ледяную пещеру на государственный учет, как объект, оказывающий негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) по III категории, что было опротестовано в суде. Уникальный природный памятник, являющийся естественной полостью, не может рассматриваться, как объект негативного воздействия и встать в ряд с исследовательскими ядерными установками, объектами капитального строительства, объектами обработки отходов производств. В ней ведется исключительно экскурсионная деятельность (условия лицензии), отсутствует любое производство, отсутствуют выбросы загрязняющих веществ, отсутствуют отходы.

Полевое обследование поверхности Ледяной горы показало, что для данной территории характерно сочетание лесных и уникальных экстразональных степных ландшафтов с участием и доминированием ковыля перистого *Stipa pennata* L. В растительном покрове данной территории присутствуют виды растений, занесенные в Красные книги Российской Федерации [9]: *Cephalanthera rubra* (L.) Rich и Пермского края [10]: *Stipa pennata* L. и *Cephalanthera rubra* (L.) Rich, а также шесть видов растений, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде Пермского края [10]: *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Bess., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz., *Quercus robur* L., *Polygala sibirica* L., *Helianthemum nummularium* (L.) Mill., *Thymus serpyllum* L.). Из последней категории А.В. Владыкина [11] в современной флоре ООПТ «Ледяная гора и Кунгурская Ледяная пещера» отмечает также *Helictotrichon schellianum* (Hack.) Kitag., *Astragalus sulcatus* L., *Aster alpinus* L., а А.Г. Быструшкин [12] – *Thymus bashkiriensis* Klok. et Shost.

В последнее время поверхность Ледяной горы, в недрах которой расположена Кунгурская Ледяная пещера, являющаяся частью особо охраняемой природной территории регионального значения, подвергается значительному антропогенному воздействию, ***недопустимому для объектов такого ранга***: свалки бытового мусора в карстовых воронках и хаотично на поверхности горы *(рисунок 1)*, многочисленные колеи от автомобилей и иного транспорта *(рисунки 2, 3)*, стихийные туристические стоянки *(рисунок 4)*, кострища, маршруты для мотокросса. Доступность для проезда автомобилей, мотоциклов, квадроциклов и отсутствие рекультивационных работ ведет к уничтожению уникального растительного покрова поверхности Ледяной горы. Загрязнения от свалок вместе с талыми водами попадают как в почву, так и в недра пещеры и подземные озера, в реку Сылва.

Обследованные аналогичные степные и лесные участки Кунгурской лесостепи, растительный покров которых также характеризуется развитием уникальных лесостепных комплексов и участием редких для Российской Федерации и Пермского края видов растений, находятся в лучшем состоянии, при меньшем антропогенном влиянии.

Рекомендации по оптимизации условий природопользования в пределах ООПТ «Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера»:

– запрет проезда по территории урочища на всех видах транспорта;

– установка аншлагов с разъяснительным текстом о запретах (в том числе устройстве стоянок автомобилей, всех видов мест отдыха, кострищ, палаток и т.д.);



Рисунок 1. Мусорная свалка в карстовой воронке.



Рисунок 2. Повреждение растительного покрова в результате проезда авто- и мототранспорта.



Рисунок 3. Стихийная дорожная сеть в пределах историко-природного комплекса.



Рисунок 4. Кострoвища на стихийной туристической стоянке.

– использование виртуальных средств подачи информации для знакомства с природой Ледяной горы (геологией, ландшафтами, флорой и фауной);

– устройство экологических троп или смотровых площадок в пределах ООПТ ***недопустимо*** без изменения статуса, выделения специальной рекреационной зоны и проведения экологической экспертизы;

– решение вопроса о существовании на территории ООПТ остатков технического оборудования бывшей горнолыжной базы и регламентирование деятельности организации, обслуживающей линии электропередач;

– проведение экологического мониторинга ООПТ «Ледяная гора»;

– отражение значения Кунгурской Ледяной пещеры и Ледяной горы как части уникального карстового лесостепного островного ландшафта в зоне тайги Пермского Предуралья и природного феномена всероссийского и мирового уровня в Стратегии развития системы особо охраняемых природных территорий Российской Федерации до 2030 года;

– сохранение и развитие сети приборных наблюдений за подземной экологической средой и состоянием водно-ледового режима и регулирование рекреационной нагрузки на основании данных многолетнего мониторинга.

Современное состояние ООПТ «Кунгурская ледяная пещера и Ледяная гора» указывает на то, что меры, предпринимаемые к сохранению и предотвращению экологического ущерба этой территории, не эффективны. Проведенное обследование и оценка последствий стихийного туризма на Ледяной горе, служащей своеобразным куполом для Кунгурской пещеры и являющейся надземной частью историко-культурного комплекса региональной ООПТ, свидетельствуют о необходимости разработки специального проекта экологической реабилитации уникальной природной территории, фактически имеющей не только федеральное, но и мировое значение.

Работа выполнена по теме государственного задания Института степи УрО РАН № АААА-А21-121011190016-1 и государственного задания Горного института УрО РАН № 1022040500583-2-1.5.6.

Список литературы

1. Коржинский С.И. Степи // Энциклопедический словарь. СПб. 1901. Т. XXXIa. С. 598-602.

2. Крылов П.Н. Материал к флоре Пермской губернии // Тр. О-ва естествоиспытателей при Казан. ун-те. 1878. Т. 6. Вып. 6. 110 с.

3. Шилова С.И. Флора островной Кунгурской лесостепи: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Л. 1982. 18 с.

4. Шилова С.И. Кунгурская лесостепь // Памятники природы Пермской области. Пермь: Пермск. кн. изд-во, 1983. С. 69-73.

5. Наумкин Д.В. Птицы Кунгурской островной сосново-березовой лесостепи / Тр. ГПЗ «Басеги». Пермь: Изд. Богатырев П.Г., 2013. Вып. 3. 226 с.

6. Овеснов С.А. Конспект флоры Пермской области. Пермь: ПГУ, 1997. 252 с.

7. Бородин И.П. Охрана памятников природы. СПб.: Типогр. Стасюлевича, 1914. 31 с. (Император. Рус. геогр. о-во, Постоян. природоохранит. комис.; № 1).

8. Семёнов-Тян-Шанский В.П. О типах местностей, в которых необходимо учредить заповедник типа американских национальных парков. Доклад 2 октября 1917 года // Столетие Постоян. Природоохранит. комис. Юбилейная книга-альманах / Авторы-сост. А.А. Чибилёв, А.А. Тишков. М.: РГО, 2012. 94 с.

9. Приказ Минприроды РФ от 23.05.2023 N 320 «Об утверждении перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации».

10. Красная книга Пермского края. Пермь: Алдари, 2018. 232 с.

11. Владыкина А.В. Флора и растительность ООПТ «Ледяная гора и Кунгурская Ледяная пещера» (Пермский край) // Фундаментальные и прикладные исследования в биологии и экологии: Сб. ст. по материалам регион. науч. конф. (г. Пермь, 19-23 апреля 2021 г.). Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2021. С. 13-16.

12. Быструшкин А.Г. Состояние уникальной для Пермского края популяции уральского субэндемика *Thymus bashkiriensis* Klok. et Shost. На северном пределе ареала в историко-природном комплексе «Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера» // Вестник ПГНИУ. Сер. Биология. 2018. Вып. 1. С. 1-7.

УДК 633.26/.29:502.75
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1483-1486

ВИДЫ И СОРТА МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ СТЕПНЫХ РЕГИОНОВ

TYPES AND VARIETIES OF PERENNIAL GRASSES FOR THE PRESERVATION AND RESTORATION OF BIOLOGICAL RESOURCES OF STEPPE REGIONS

Чумакова В.В., Чумаков В.Ф., Деревянникова М.В., Миронова Т.М.
Chumakova V.V., Chumakov V.F., Derevyannikova M.V., Mironova T.M.

ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», Михайловск, Россия
FGBNU "North Caucasian FNAC", Mikhailovsk, Russia

E-mail: sosna777@bk.ru

Аннотация. Важным условием для обеспечения устойчивости сельского хозяйства является воспроизводство плодородия почвы как центральной составляющей сельскохозяйственных экосистем и поддержание высокого уровня их биологического разнообразия. На природные экосистемы существенное отрицательное влияние оказывают как абиотические факторы, такие как засухи, суховеи, ливневые осадки, опустынивание, засоление, так и сильный антропогенный пресс, заключающийся, прежде всего в нерациональной эксплуатации природных и сеяных травостоев. Использование различных методик и подходов «реставрационной экологии» весьма актуально на современном этапе развития и состояния степных экосистем. В истории мирового сельского хозяйства использование сортовых многолетних трав стало стандартной практикой и основным методом сохранения биоразнообразия и почвенного плодородия, повышения содержания гумуса, защиты почв от водной и ветровой эрозии, опустынивания, засоления, вредителей, болезней и сорняков, ведения рентабельного кормопроизводства. В данной статье приведены результаты работ по созданию и использованию новых сортов многолетних злаковых трав с высокими показателями продуктивности, качества и адаптивности. Дано краткое описание биологических особенностей созданных сортов. Все сорта имеют широкий ареал допуска к использованию на территории РФ и Казахстана. Большой набор экологически и фитоценотически разнообразных видов и сортов многолетних злаковых трав позволит моделировать различные типы степных экосистем в соответствии с целями, сроками и направлением их использования.
Ключевые слова: экосистема, многолетние злаковые травы, сорт, продуктивность.

Abstract. An important condition for ensuring the sustainability of agriculture is the reproduction of soil fertility as a central component of agricultural ecosystems and the maintenance of a high level of their biological diversity. Natural ecosystems are significantly negatively affected by both abiotic factors such as droughts, dry winds, heavy rainfall, desertification, salinization, and strong anthropogenic pressure, including primarily the irrational exploitation of natural and seeded grasslands. The use of various methods and approaches of «restoration ecology» is very relevant at the present stage of development and condition of steppe ecosystems. In the history of world agriculture, the use of varietal perennial grasses has become a standard practice and the main method of preserving soil fertility, increasing humus content, protecting soils from water and wind erosion, desertification, salinization, pests, diseases and weeds, and maintaining a profitable forage production.
Key words: ecosystem, perennial grasses, variety, productivity.

Введение. В современных сложных экологических условиях продуктивность степных сенокосов и пастбищ крайне неустойчива и низка. Это определяется рядом взаимозависимых факторов: погодных, антропогенных, зоогенных, техногенных и других. Большая часть ценных видов кормовых растений и разнотравья выпадает, снижается их биомасса и численность, становятся преобладающими малопоедаемые и ядовитые растения. Естественная степная растительность сохранилась только на более или менее крутых каменистых склонах. С учетом того, что она подвергалась настолько интенсивной пастбищной нагрузке, более 60% земель и здесь в той или иной степени эродированы [1]. Кроме того, повсеместно наблюдается разрушение дернины, происходит деградация почвенного покрова, особенно на склоновых землях, усиливаются эрозионные процессы. Такое состояние естественных кормовых угодий требует применения ряда мероприятий по увеличению их продуктивности и сохранению биологического разнообразия [2].

Использование различных методик и подходов «реставрационной экологии» весьма актуально на современном этапе развития и состояния степных экосистем [3]. При этом в истории мирового сельского хозяйства использование сортовых многолетних трав стало

стандартной практикой и основным методом сохранения почвенного плодородия, повышения содержания гумуса, защиты почв от водной и ветровой эрозии, опустынивания, засоления, вредителей, болезней и сорняков, сохранения и пополнения генофонда флоры и фауны, ведения рентабельного кормопроизводства.

Адаптивно-ландшафтная система ведения сельского хозяйства включает рациональное использование не только пахотных земель, но и естественных кормовых угодий, которые играют на Северном Кавказе существенную роль в укреплении как кормовой базы для животноводства, так и стабилизации агроэкосистем. В Северо-Кавказском регионе из 11,2 млн га сельскохозяйственных угодий более половины приходится на естественные сенокосы и пастбища, включая сухие степи. Около 80% кормовых угодий нуждаются в улучшении, более 3 млн. га подвержены засолению, водной эрозии, дефляции, опустыниванию и другим деградационным процессам [4].

Благодаря возделыванию многолетних трав, как в полевых севооборотах, так и на природных кормовых угодьях, агроэкосистемы получают возможность нейтрализовать экологические последствия химического допинга продукционного процесса и очистить почву от остаточных количеств ядохимикатов. При этом увеличивается продуцирование агроэкосистемами кислорода, идет нейтрализация углекислого газа, снижается уплотненность почвы, нормализуется внутрипочвенная влага. Многолетний режим использования трав положительно влияет на видовой и количественный состав фауны, микрофлоры, что является одним из важных средообразующих факторов агроландшафтов. Особая роль многолетних трав в формировании ландшафтно-экологического земледелия предопределяется возможностью многократного отчуждения растительной массы за счет 2-3 (до 5) укосов или стравливаний в сочетании с долголетним (4-5 и более лет) пользованием травостоем. При этом важно то, что единожды заложенный правильно смоделированный поликомпонентный травостой в течение многих лет может обеспечивать высокую продуктивность используемой земельной площади при ограниченном или весьма щадящем использовании технических и денежных средств. Доказано, что перевод определённой площади землепользования под долголетнее залужение многолетними травами достаточно обосновано с хозяйственно-экономической и экологической точек зрения.

Создание высокопродуктивных травостоев может обеспечить использование современных сортов и гибридов многолетних бобовых и злаковых трав, правильное их конструирование в зависимости от задач, целей, сроков использования сенокосов и пастбищ.

Материал исследований. Материалом для исследований и выбора направления использования селекционных сортов для стабилизации производства кормов, решения проблем сохранения почвенного плодородия, повышения уровня биологического разнообразия степных фитоценозов были созданные в ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» 30 сортов многолетних злаковых трав, принадлежащих 20 видам кормовых трав [5]. Такое широкое видовое и сортовое разнообразие позволило рекомендовать их для создания высокопродуктивных травостоев в условиях широкого разнообразия почвенно-климатических условий засушливых территорий РФ. При этом основным достоинством созданных сортов рассматривалась их высокая адаптационная способность, благодаря которой все рекомендуемые сорта допущены к использованию в сельскохозяйственном производстве практически всех регионов РФ и в Казахстане.

Основная часть. В Государственный реестр селекционных достижений РФ с допуском использования в Северо-Кавказском, Центрально-Черноземном, Нижневолжском, Центральном, Волго-Вятском, Северо-Западном, Дальневосточном, Западно-Сибирском и других регионах внесены сорта костреца безостого Ставропольский 31, СНИИСХ 83, Вегур и Михайловский. С 2018 года сорт Вегур внесен в Госреестр сортов Республики Казахстан. Сорта обладают высокой кустистостью, характеризуются равномерным созреванием, устойчивостью к осыпанию семян, засухе, болезням и вредителям. Длина вегетационного периода от начала весеннего отрастания до первого укоса составляет 55-60 дней, до полной спелости семян – 100-110 дней. Урожайность сухого вещества составляет 10,0-11,0 т/га, семян – 0,7-0,9 т/га. При создании сортов костреца безостого успешно использован метод поликроссного скрещивания селекционных и дикорастущих форм местного происхождения. За счет такого подбора исходного материала в сложногибридных популяциях происходит многократное проявление гетерозиса, который поддерживается в течение ряда поколений за счет гетерогенности многих хозяйственно ценных признаков и свойств.

К возделыванию во всех регионах РФ допущены сорта пырея среднего и удлинённого Степной, Ставропольский 1, Ставропольский 10, Аргонавт, Солончаковый (ведущий селекционер по культуре – доктор сельскохозяйственных наук В.В. Кравцов). Уникальность этих сортов заключается в том, что в условиях подтопления, засоления, на малопродуктивных, склоновых землях они обеспечивают урожайность зелёной массы до 35,0-38,6 т/га, семян – до 0,8-1,0 т/га, семян – 0,7-0,8 т/га. Травостой пырея отличается высокой зимостойкостью. Исследования по разработке технологии возделывания пырея удлиненного в Республике Дагестан показали, что сортовые посевы выдерживают сульфатное и хлоридное засоление до 2%, подтопление минерализованными водами до критических величин – 0,8-0,9 м и затопление морской водой до 3 месяцев. Создание продуктивных долголетних травостоев удавалось на солончаковых, солонцовых, вторичного засоления и глинистых почвах.

На склоновых землях, майкопских глинах, грунтах и при освоении песков рекомендуется выращивать сорта житняка гребневидного, узкоколосого и сибирского: Новатор, Боярин, Викрав, Успех, допущенные к использованию во всех регионах РФ (ведущий селекционер Кравцов В.В.).Отличительными особенностями сортов являются высокая пластичность, устойчивость к засухе, вытаптыванию, раннеспелость, облиственность. Сорта обеспечивают получение не менее 30 т/га зеленой и 8 т/га сухой массы. Травостой отличается продуктивным долголетием до 10-12 лет. Семенная продуктивность составляет 0,6-0,7 т/га.

Для возделывания в Северо-Кавказском, Северо-Западном, Центральном и других регионах РФ допущены к использованию ежа сборная Генра, полевица гигантская Дюна, тимофеевка луговая Грация. Эти культуры по своим характеристикам относятся к влаголюбивым травам. Однако, использование в качестве исходного материала засухоустойчивых форм местного происхождения позволило создать новые сорта с высокой засухоустойчивостью и в тоже время отзывчивостью на влагу с рядом других хозяйственно-полезных признаков и свойств. Сорта предназначены для создания долголетних сенокосно-пастбищных травостоев. Обеспечивают получение 9,0-10,0 т/га сухой массы и 0,4-0,5 т/га семян.

Набор сортов райграса многоукосного, высокого, фестулолиума (гибрид между овсяницей и райграсом): Талан, Витязь, Стрелец, Викнел предназначен для использования на сено, сенаж, особенно в травосмесях с другими злаковыми и бобовыми компонентами. Характеризуются ранним отрастанием весной, высокой отавностью, облиственностью, мощностью развития травостоя. Обеспечивают получение до 50-60 т/га зелёной массы. При достаточном увлажнении дают два сбора семян до 1,5 т/га. Сорта отличаются довольно высокой солеустойчивостью, предназначены для создания краткосрочных и долгосрочных травостоев, неприхотливы к почвам. Одним из самых рано отрастающих и засухоустойчивых является сорт райграса высокого Стрелец, внесенный в Госреестр селекционных достижений РФ в 2001 г. с допуском использования во всех регионах России. Обладая комплексом хозяйственно полезных признаков и свойств, сорт заслуживает широкого внедрения в степных регионах благодаря высокой устойчивости к засухе, долголетнему использованию травостоя, мощно развитой корневой системе, способностью произрастать на глинистых, песчаных, засоленных, каменистых и малопродуктивных землях. Сорт практически не поражается вредителями и болезнями, отличается высокой облиственностью, не полегает. Урожайность зеленой массы составляет 28-30 т/га, сухой – 80-90, семян – 0,4-0,6 т/га.

Для скорейшего осуществления целенаправленной программы по улучшению степных сенокосов и пастбищ будут крайне необходимы засухоустойчивые, образующие плотную дернину сорта овсяницы: красная сорт Изумрудная, валлисская сорт Валентина, восточная сорта Деметра и Катава (авторы В.В. Кравцов, В.А. Кравцов, Н.В. Надмидов, Н.С. Лебедева и другие). Все сорта созданы с использованием метода отбора из местных дикорастущих популяций с последующим многократным отбором в процессе селекционной доработки сорта. Сорта отличаются неприхотливостью к условиям выращивания, долголетним сроком эксплуатации травостоя, универсальностью его использования. Сорта можно использовать на засоленных, склоновых и эродированных землях.

Говоря об активизации биологических факторов в системах аридного земледелия через травосеяние, нельзя не затронуть экономическую сторону этого вопроса, так как роль травосеяния в решении обострившейся проблемы ресурсосбережения исключительно велика. Многолетние злаковые травы являются самыми низкозатратными компонентами растениеводства и обеспечивают наибольшую устойчивость урожаев. В Ставропольском крае затраты совокупной энергии на выращивание и уборку злаковых травостоев составляют 8-

14 ГДж/га, что в 6-10 раз ниже по сравнению с зерновыми и пропашными кормовыми культурами. Аналогичные показатели дают сеяные и естественные травостои многолетних трав на сенокосах и пастбищах. Коэффициент энергетической эффективности природных кормовых угодий при их поверхностном улучшении составляет 3-5, при коренном улучшении – 3-4, при создании культурных пастбищ и многоукосных травостоев – 2-3, в то время как у озимой пшеницы не превышает 1,7-1,8.

Заключение. Таким образом, максимальное использование биологических возможностей широкого набора видов и сортов многолетних злаковых трав, созданных на основе различных методов селекционной работы, позволит решить ряд проблем и улучшить сложившуюся ситуацию в степных экосистемах. Моделирование поликомпонентных травосмесей с использованием сортовых трав обеспечит решение проблемы сохранения и повышения почвенного плодородия, стабилизации производства кормов, повышения уровня биологического разнообразия степных фитоценозов.

Список литературы

1. Дзыбов Д.С. Метод агростепей. Ускоренное восстановление природной растительности. Саратов: Научная книга, 2001. 40 с.

2. Gulyanov Yu., Chibilyov A., Levykin S., Adaptation of Technological Methods to Climatic Conditions in Agrotechnologies in South Ural // KnE Lift Sciences: Don Agro: International Research Conferenct on Challenges and Advances in Farming, Food Manufacturing, Agricultural Research and Education, Rostov-jn-Don, 17-19.06.2020. P. 181-190. DOI: 10.18502/kls.v0i0.8946.

3. Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И. Степи Евразии. Л: Наука, 1991. 146 с.

4. Кулинцев В.В., Годунова Е.И., Желнакова Л.Н., Удовыдченко В.И., Петрова Л.Н., Антонов С.А., Андреянов Д.Ю., Черкашин В.Н., Дридигер В.К., Дзыбов Д.С. и др. Основы системы земледелия нового поколения Ставропольского края: монография. Ставрополь: АГРУС Ставропольского ГАУ, 2013. 96 с.

5. Кулинцев В.В., Батагова Е.А., Чумакова В.В., Володин А.Б., Ковтун В.И., Жукова М.П., Соколенко Н.И., Комаров Н.М., Морозов Н.И. и др. Сорта и гибриды сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Каталог. 13 изд., доп. Ставрополь, 2023. С. 103-130.

УДК 551.59: 631.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1487-1490

ДИНАМИКА ЭРОЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ВОЛГОГРАДА ЗА ПЕРИОД 1971-2023 ГГ.

DYNAMICS OF EROSION ACTIVITY OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION ON THE TERRITORY OF VOLGOGRAD CITY FOR THE PERIOD 1971-2023

Шайфуллин М.Р., Андреева Д.А.
Shaifullin M.R., Andreeva D.A.

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН (ФНЦ агроэкологии РАН), Волгоград, Россия
Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (FSC Agroecology RAS), Volgograd, Russia

E-mail: maks.shayfullin@mail.ru

Аннотация. Приводится временная и количественная характеристика эрозионной активности осадков г. Волгоград в период с 1971 по 2023 гг. по данным метеостанции Волгоград из открытых источников (34561, 48°67' с.ш., 44°45' в.д.) с целью оценки климатического фактора развития водной эрозии почв в условиях изменяющегося климата на городской территории. Анализ данных показал, что на территории города за год случается в среднем 6 случаев выпадения осадков суточным слоем более 10 мм (это количество осадков считается эрозионноопасным) при среднем объеме суточного слоя осадков 17,8 мм. В ходе исследования выяснилось, что на территории Волгограда с периодичностью один раз в несколько лет случаются экстремальные ливни объемом более 50 мм. Анализ соотношения эрозионных дождей к общему количеству жидких атмосферных осадков тёплого периода показал, что около половины дождей считается эрозионно-опасными. В условиях засушливого климата это означает не только защиту ландшафтов от водной эрозии, но и решение задачи сохранения влаги путем снижения поверхностного стока, решение которой смогло бы компенсировать дефицит влаги. Климатический фактор при наличии густой гидрографической сети и обилии склоновых земель способствуют развитию разрушительных эрозионных процессов. Поэтому в целях противоэрозионной безопасности на территории г. Волгограда необходимо совершенствование системы противоэрозионной защиты.

Ключевые слова: ливневая эрозия, атмосферные осадки, Волгоградская область, деградация почв.

Abstract. Temporal and quantitative characterization of erosion activity of precipitation of Volgograd city in the period from 1971 to 2023 according to the data of Volgograd weather station from open sources (34561, 48°67' N, 44°45' E) is presented in order to assess the climatic factor of soil water erosion development in the conditions of changing climate in the urban area. The data analysis showed that in the city territory there are on average 6 cases of precipitation with a daily layer of more than 10 mm per year (this amount of precipitation is considered erosion-hazardous) with an average volume of daily precipitation layer of 17.8 mm. In the course of the study it was found out that in the territory of Volgograd with a periodicity of once in several years there are extreme rainstorms with a volume of more than 50 mm. Analysis of the ratio of erosion rainfall to the total amount of liquid precipitation during the warm period showed that about half of the rains are considered erosion hazardous. In conditions of arid climate this means not only protection of landscapes from water erosion, but also solution of the problem of moisture conservation by reducing surface runoff, the solution of which could compensate for moisture deficit. Climatic factor in the presence of dense hydrographic network and abundance of slope lands contribute to the development of destructive erosion processes. Therefore, for the purposes of erosion safety in the territory of Volgograd city it is necessary to improve the erosion protection system.

Key words. rainfall erosion, atmospheric precipitation, Volgograd region, soil degradation.

Введение. Проблема водной эрозии почв является актуальной для города Волгоград, ряд природных особенностей территории способствуют этому, в частности геоморфологический фактор, а именно обилие склоновых земель и густая эрозионно-гидрографическая сеть *(рисунок 1)*. Так, площадь оврагов и балок составляет около 10% территории города. [1, 2].

Волгоград находится в сухостепной зоне, где дефицит влаги в почве является стабильной нормой в силу малого количества осадков (200-280 мм за год) и повышенной испаряемости [3]. Поэтому возникает необходимость в решении еще одной задачи, а именно накопление влаги за счет уменьшение поверхностного стока. Именно необходимость в дополнительной влаге определяет характер хозяйственной деятельности, ставя задачу сохранения зеленого каркаса территории и обеспечение древесного и кустарникового фондов необходимыми питательными

вещества. Примером подобной хозяйственной деятельности может послужить возведение и последующее сохранение лесополос. В свою очередь они повышают плодородие почв, задерживают дождевые осадки и снег, повышая влажность почв, влияют на микроклимат территории, а также способны укреплять почвы, тем самым сдерживая эолово-аккумулятивные процессы.

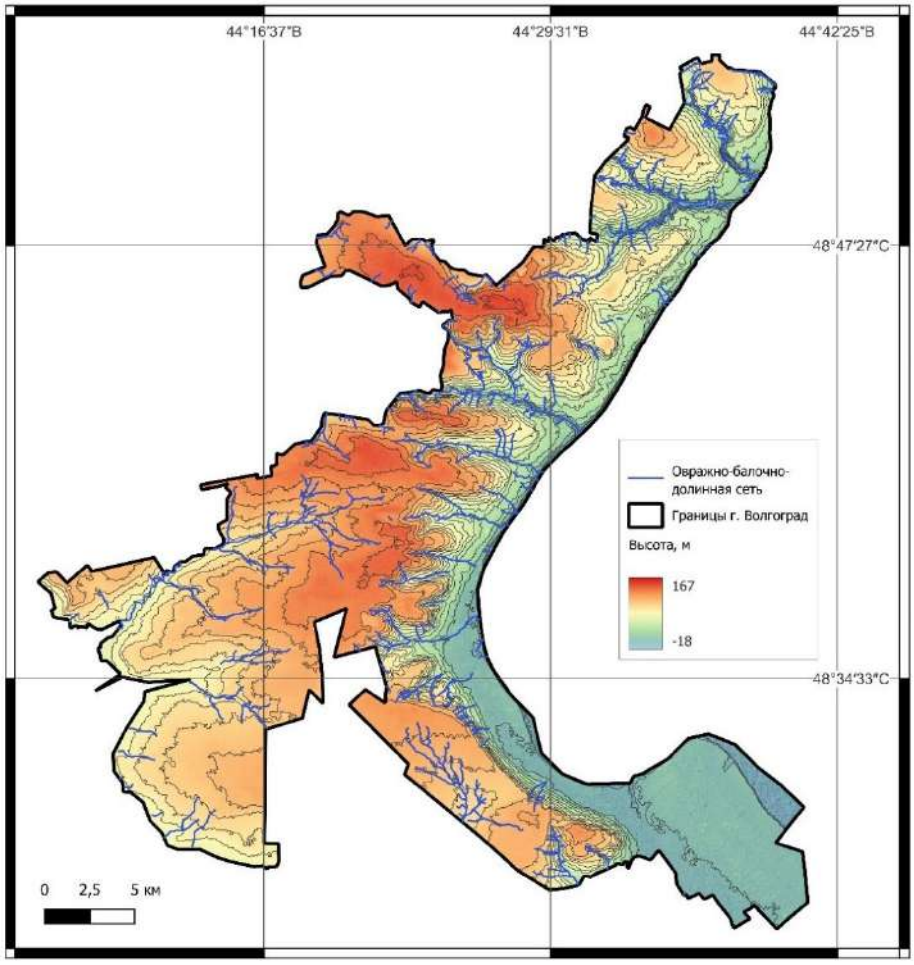


Рисунок 1. Рельеф и гидрографическая сеть г. Волгограда.

Таким образом, оценивая степень влияния процессов водной эрозии, крайне важным является дальнейшее их изучение, а также своевременная разработка и организация на подверженных территория комплекса противоэрозионных мероприятий. Учитывая совокупность факторов данного явления, можно выделить один из главных факторов, климатический, который непосредственно для теплого периода года характеризуется количеством атмосферных осадков при температуре выше 0°С. С целью охарактеризовать характер и частоты эрозионных процессов на территории г. Волгограда, был проанализирован эрозионный режим дождей, его отношение к общей сумме жидких осадков, а также повторяемость в период с 1971 г.

Материалы и методы. Для оценки эрозионного потенциала дождевых осадков наиболее приемлемым и распространённым способом является учёт величины слоя и повторяемости суточного слоя осадков, превышающего 10 мм [4, 5].

Текущий анализ современного режима эрозионной опасности дождей на территории г. Волгограда и его окрестностях был проведён на основе данных о суточном слое осадков метеостанции Волгоград (34561, 48°67' с.ш., 44°45' в.д.) за период с 1971 по 2022 гг., в весенний, летний и осенний периоды, по данным архива метеоданных справочно-информационного портала «Погода и климат» [6]. Также проанализированы среднегодовые значения температуры воздуха за исследуемые периоды и длительность безморозного периода.

Выделенные потенциальные эрозионные осадки были разделены на несколько групп, согласно суточному слою: более 10 мм (все эрозионные осадки), 10-20 мм, 20-30 мм, 30-40 мм,

40-50 мм, более 50 мм. Анализ данных проведён для частоты осадков и суточной суммы выпадающих указанными суточными слоями в программе MS Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе проведённых исследований выявлено, что климатические характеристики г. Волгограда способствуют развитию ливневой эрозии почв. Так, согласно высчитанным среднемноголетним значениям, на исследуемой территории фиксируется, в среднем, 6 случаев эрозионных дождей мощностью суточного слоя 17,8 мм. Доля эрозионных дождей в общей сумме дождей тёплого периода составляет 46,4% (112,2 мм из 240,6 мм в год*) (рисунок 2).*

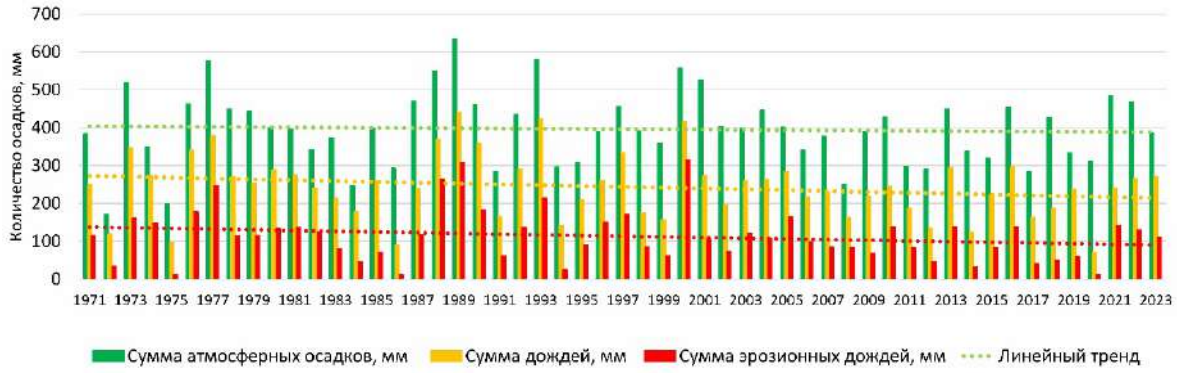


Рисунок 2. Динамика годовой активности атмосферных осадков.

Также для территории фиксируются экстремальные ливни мощностью более 50 мм в сутки, мощность максимального ливня, зарегистрированного метеостанцией, составила 71 мм в сутки (май 1990 г.).

Анализ климатических факторов за исследуемый исторический период позволил выявить следующие тенденции изменения климата. Происходит увеличение среднегодовой температуры воздуха и увеличение количества дней безморозного периода, начиная с 1970-х гг. среднегодовая температура в наши дни выросла на 2,5 °С, а длительность безморозного периода увеличилась на 42 дня *(таблица 1).*

Таблица 1

Среднемноголетние значения эрозионной опасности атмосферных осадков за период 1971-2023 гг., обобщённые по десятилетиям

Показатели / Года	1971-79 гг.	1980-89 гг.	1990-99 гг.	2000-09 гг.	2010-19 гг.	2020-23 гг.
Количество случаев, суток	7,3	6,5	6,9	6,5	5,1	5,5
Мощность суточного слоя, мм	17,1	19,9	17,1	18,8	15,8	17,9
Годовой слой дождей, мм	258,6	259,2	251,7	252,2	209,5	212,5
Годовой слой эрозионных дождей, мм	125	129,4	117,9	122,3	80,6	98,3
Доля эрозионных дождей от всех дождей, %	48	50	47	49	39	46
Среднегодовая температура воздуха, °С	8,1	8,1	8,7	9,4	9,8	10,6
Количество тёплых дней в году (Tср> 0°С)	253	253	262	271	269	295

Но фоне потепления климата происходит изменение режима осадков. Отмечается снижение количества годовых осадков, в частности, количество дождей, включая эрозионные. Однако, вместе с тем, зафиксирован рост эрозионной активности осадков. Начиная с 1988 года фиксируются экстремальные ливни мощностью более 50 мм, периодичностью раз в 4-5 лет *(рисунок 3).*

Возрастание эрозионной опасности дождей на фоне снижения среднегодового увлажнения и повышения атмосферных температур в условиях засушливого климата грозит обострением проблемы деградации ландшафтов. Во-первых, усиливается дефицит атмосферной влаги, которая при выпадении эрозионных дождей теряется в виде поверхностного стока, который в свою очередь способствует развитию процессов водной эрозии почв, ослабляя её

продуктивность. Во-вторых, усиление засушливости климата ослабляет биопродуктивные возможности ландшафтов, а более слабый растительный покров усиливает податливость почв деградационным процессам, в частности, падает противоэрозионная и противодефляционная стойкость почв.

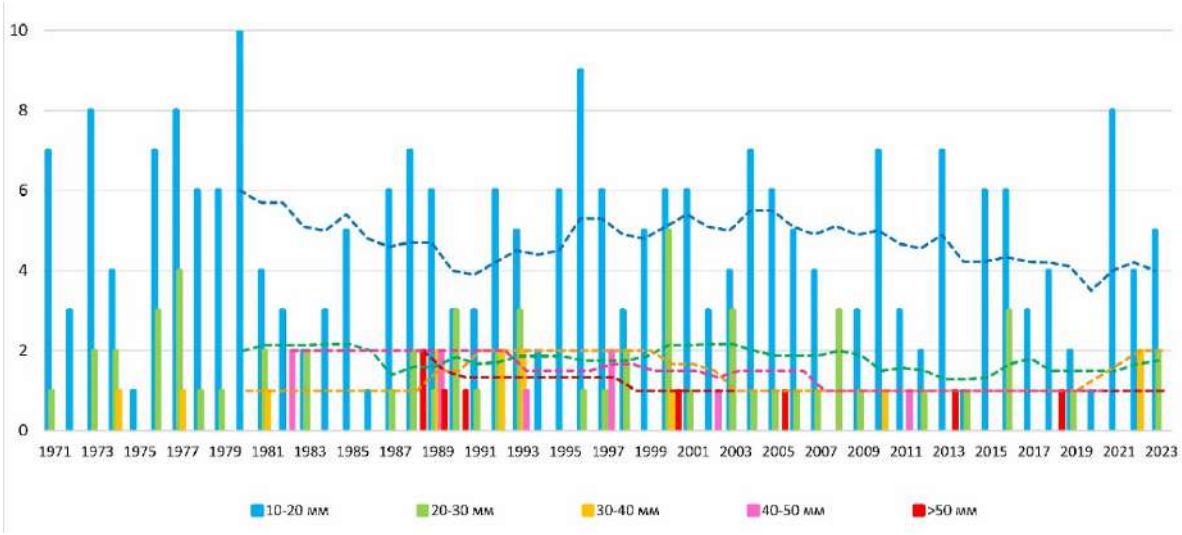


Рисунок 3. Гистограмма количества дней с эрозионными осадками по годам.

Примечание. Линия соответствует сглаженному среднему. По оси ординат указана частота осадков определенного слоя.

Заключение. Анализ эрозионной опасности дождевых осадков за 53-х летний период показывает, что для изучаемой территории свойственны эрозионноопасные дожди. Этот фактор усугубляется большой эрозионной расчленённостью местности долинами рек, балками и оврагами, обилием склоновых земель [1, 2].

Также на данной территории, начиная с конца 80-х стали характерны экстремальные ливни мощностью более 50 мм в сутки с частотой один раз в 4-5 лет. Один такой ливень способен подвергнуть значительному смыву почвы и значительному размыву существующих промоинно-овражных сетей, так и образованию новых линейных эрозионных структур, повредить инженерные конструкции [7].

Вероятность подобных явлений необходимо учитывать при проектировании систем противоэрозионной защиты.

Полученные сведения об эрозионном потенциале дождей на территории Волгограда свидетельствуют о необходимости и важности внедрения комплекса противоэрозионных мероприятий с целью поддержания стабильности местных ландшафтных комплексов и безопасности городской инфраструктуры.

Список литературы

1. Самусь Н.А., Игнатенко О.Н., Самусь А.Н. Инженерная геология Волгоградской агломерации (Практический опыт): монография. М.: ООО «Геомаркетинг», 2010. 304 с.

2. Брылев В.А., Самусь Н.А., Славгородская Е.Н. Родники и реки Волгоградской области / Волгоградский обл. краеведческий музей. Волгоград, 2007. 198 с.

3. Сажин А.Н., Кулик К.Н., Васильев Ю.И. Погода и климат Волгоградской области / Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт». Волгоград, 2017. 334 с.

4. Пространственно-временные закономерности развития современных процессов природно-антропогенной эрозии на Русской равнине / под ред. В.Н. Голосова, О.П. Ермолаева. Казань: Изд-во АН РТ, 2019. 372 с.

5. Чижикова Н.А. Пространственно-временной анализ трендов изменений ливневых осадков на европейской территории России как фактора изменения темпов эрозионных процессов за период 1960-2015 // Сб. статей по материалам XI семинара молодых ученых вузов, объединяемых советом по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Нижний Новгород, 2016. С. 251-25.

6. Климат Волгоград город // Погода и климат – прогнозы погоды, новости погоды, климатические данные. 2023. URL: http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=34561 (дата обращения: 4.10.2023).

7. Soil erosion and conservation. Third Edition. Morgan R.P.C. UK. Oxford, 2005. 304 p.

УДК 574.4; 574.5
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1491-1497

ОРНИТОФАУНА ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ ПРИ УСИЛЕНИИ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

ORNITHOFAUNA OF ARTIFICIAL RESERVOIRS OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA WITH INCREASED ANTHROPOGENIC IMPACT

Шаповалова И.Б.
Shapovalova I.B.

ФГБУН Институт водных проблем РАН, Москва, Россия
Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: ibshapovalova@yandex.ru

Аннотация. В работе охарактеризованы пойменные орнитокомплексы болотно-околоводных экосистем зарегулированных участков малых рек и искусственных водоемов накопительного типа различных природных зон Европейской части России (смешанные и широколиственные леса, лесостепи), находящихся в интразональных условиях, в зависимости от изменения водного фактора. Выявлен состав и структура прибрежных сообществ птиц в пойменных экосистемах. Приведены некоторые данные сезонной и разногодичной динамики пойменного орнитокомплекса по основным показателям трансформации (видовое разнообразие и обилие). Также изложены сведения о состоянии прибрежных орнитокомплексов зарегулированных участков малых рек в связи с изменениемих гидрологического режимаи фоновых климатических показателей (осадки, температурный режим). Отмечены общие тенденции изменения видового состава и обилия в сообществах птиц болотно-околоводного комплексав зависимости от направленности изменений антропогенного (водохозяйственной деятельности) и климатического воздействия на них в сторону осушения или обводнения. Проанализирована сезонная и разногодичная динамика отдельных популяций ряда низкогнездящихся пойменных видов орнитофауны прибрежной зоны (в зоне флуктуаций и ежегодного заливания), в условиях часто меняющегося гидрологического режима в период гнездования. Некоторые из этих видов можно считать индикаторными. Освещены основные проблемы антропогенного влияния на пойменные орнитокомплексы в районе исследований. Даны рекомендации по поддержанию и сохранению популяций видов пойменных экосистем долин зарегулированных участков рек, в том числе, редких и уязвимых видов птиц.

Ключевые слова: пойменные экосистемы, антропогенный фактор, гидрологический режим, водный фактор, орнитокомплексы.

Abstract. In this article there was characterize the floodplain ornithocomplexes of swamp-near-water ecosystems of regulated areas of small rivers and artificial reservoirs of accumulative type in various natural zones of the European part of Russia (mixed and broad-leaved forests, forest-steppes), who located in intrazonal conditions, depending on changes in the water factor. There were revealed the composition and structure of coastal bird communities in floodplain ecosystems. In the artical are presented some data on the seasonal and multi-annual dynamics of the floodplain ornithocomplex according to the main transformation indicators (species diversity and abundance). Also, there is provided the information about the state of coastal ornithocomplexes of regulated sections of small rivers in connection with changes in their hydrological regime and background climatic indicators (precipitation, temperature regime). There are noted the general trends of changes in the species composition and abundance in the birds' communities of the marsh-near-water complex, depending on the direction of changes in anthropogenic (water management) and climatic effects on them towards a drainage or a flooding. In this study was analyzed the seasonal and multi-annual dynamics of individual populations of a number of low-nesting floodplain avifauna species of the coastal zone (in the zone of fluctuations and annual flooding), under conditions of a frequently changing hydrological regime during the nesting period. Some of these species of birds can be considered like indicative species. There are highlighted the main problems of anthropogenic influence on floodplain ornithocomplexes in the research area. In the article are given the recommendations for the maintenance and conservation of populations of species of floodplain ecosystems of valleys of regulated river sections, including the rare and vulnerable birds' species.

Key words: floodplain ecosystems, anthropogenic factor, hydrological regime, water factor, ornithocomplexes.

Введение. Усиление антропогенной нагрузки при изменении фонового климата и уровня искусственных водоемов не редко сопровождаются нарушениями их водного режима, ландшафтной структуры, почвенного и растительного покрова, а также режима хозяйственного

использования [1, 2]. Следствием таких нарушений окружающей среды прилегающих пойменных территорий на зарегулированных участках рек, а также искусственно созданных водоемах накопительного типа, является изменение их водного режима, которое сопровождается трансформациями природных экосистем (в том числе, орнитокомплексов), изменениями их структурной организации и функционирования. Мониторинг трансформаций экосистем водоемов разных природных зон, изучение их динамики под воздействием природных, антропогенных факторов и климата, а также определение доли их участия в поддержании и сохранении видового разнообразия флоры и фауны регионов является актуальной научной проблемой. Изучение её позволит дать экологическое обоснование для принятия решений для наиболее рационального управления земельными и водными ресурсами вцентральных и южных районах России.

Материалы и методы. В работе использованы данные литературных источников и собственных наблюдений, полученных в весенне-летний период в 2019-2023 гг. на прибрежных территориях зарегулированных участков малых рек Ивановской (р. Вязьма) и Тульской областей (р. Птань), расположенных в зоне смешанных лесов и лесостепной зоне. В исследовании был применен принцип ландшафтно-географической системы экотонов «вода-суша» В.С. Залетаева [3]. Орнитологические исследования выполнены по стандартным методикам, маршрутным методом в сочетании с работой на стационарах [4-6]. Названия таксонов птиц приводятся в соответствии со сводками Л.С. Степаняна [7] с дополнениями Е.В. Коблика с соавторами [8]. Для анализа населения птиц в отдельных ландшафтных выделах использована бальная шкала по А.П. Кузякину и В.А. Валуеву (для хищных птиц) [9, 10].

Основная часть. Гидрологический режим зарегулированных участков малых рек зоны смешанных лесов и лесостепной зоны (р. Вязьма – Ивановская область; р. Птань – Тульская область) приближен к естественному и, в краткосрочной перспективе, не оказывает моментального негативного воздействия на популяции птиц, обитающих в прибрежной зоне водоема. Исследуемые участки русла рек зарегулированы низконапорными плотинами (или насыпными дамбами) с низкой пропускной способностью. Они выполняют роль небольших равнинных водохранилищ накопительного типа, основное назначение которых – орошение местных с/х угодий, водопой скота, а в условиях городской территории (р. Вязьма) – промышленное использование и питьевое назначение. Распределение стока внутри года на этих участках происходит неравномерно (до 80% всего объема годового стока приходится на весеннее половодье в марте-апреле с продолжительным периодом разлива (до 40 дней)); на них отсутствуют частые и спонтанные подъемы воды с большой амплитудой колебания уровня в летнюю межень в июне – июле (период гнездования). Поэтому в период гнездования (конец половодья – летняя межень) для исследуемых участков рек Вязьма и Птань характерно плавное постепенное изменение уровня воды с минимальной амплитудой колебаний уровня, но разным темпом его спада (резкие скачки уровня наблюдаются редко).

В ходе исследований (2019-2023 гг.) было установлено, что в гнездовой период, в прибрежных орнитокомплексах, основной сдвиг динамики численности и обилия околоводных и водоплавающих видов птиц, гнездящихся в зоне заливания (их перемещение и перераспределение), связан с особенностями протекания и завершения периода половодья в разные годы исследований (разные сроки наибольшего подъема уровня воды, различия в темпах и уровне ее спада) и климатическими (погодными) условиями, которые могут вызывать дополнительные паводки к началу июня [11]. Отмечено, что в годы, с резко меняющимися погодными и гидрологическими условиями, в пик сезона размножения (май-июнь), наблюдается существенное перераспределение численности птиц в зоне заливания, а также изменение соотношения отдельных лимнофильных видов птиц прибрежного орнитокомплекса. Это может оказывать влияние на межгодовую динамику суммарных показателей численности и обилия [12-15]. Так, при резком падении уровня воды и обсыхании мелководья, на водоеме было отмечено стремительное увеличение обилия видов куликов и сокращение численности уток, которые, в свою очередь, можно считать *индикаторными* видами.

Установлено, что *изменение уровня воды в водоеме* является основным фактором воздействия на прибрежные орнитокомплексы [16-19]. В ходе исследований было отмечено, что на водоемах с зарегулированным стоком резкие и частые колебания уровня воды разной периодичности (амплитуда – 0,5-1,0 м и более) способны оказывать крайне негативное воздействие на водоплавающих и другие виды птиц болотно-околоводного комплекса, гнездящихся на земле недалеко от уреза воды [20]. Особенно опасны для гнездования в

прибрежной зоне залповые сбросы воды в июне. Отмечено, что нестабильность гидрорежима в гнездовой сезон сопровождается повышенным отходом яиц, ухудшением кормовой базы и гибелью водной растительности [21, 22]. Но, в то же время, частые колебания воды вне периода гнездования могут оказывать на некоторые лимнофильные виды и положительный эффект. Так, при понижении уровня воды, на побережье в зоне осушки в большом количестве остаются водные беспозвоночные, а при его подъеме в воду попадают наземные беспозвоночные, что способствует расширению кормовой базы птиц, кормящихся с поверхности почвы или воды [18].

В ходе исследований было отмечено сходство видового состава и числа видов в прибрежных орнитокомлексах исследуемых территорий пойм малых рек Ивановской и Тульской областей, что свидетельствует о схожих биотопических условиях, кормности исследуемых территорий и выраженном факторе интразональности среды. Так, в пойме р. Птань в весенне-летний период (май-июнь) ежегодно встречаются 105 видов птиц, которые относятся к 11 отрядам и 24 семействам. Из них 104 вида постоянно гнездятся и составляют 65% от общей (182 вида) гнездовой фауны Тульской области. На территории поймы р. Вязьма в районе исследований отмечено 115 постоянно гнездящихся видов птиц, которые относятся к 13 отрядам, 31 семействам, 65 родам. Из них 17 видов занесены в Красную книгу РФ (2001).

Видовое разнообразие гнездовой орнитофауны пойменных территорий рек обоих участков исследований отличается неоднородностью состава, в котором преобладают лимнофильные (30% – р. Вязьма, 36% – р. Птань) и дендрофильные виды (53% – Вязьма и 42% – Птань).

Отмечено, что в гнездовой период у различных видов птиц болотно-околоводного комплекса, обитающих в прибрежной зоне зарегулированных участков рек и испытывающих воздействие частого изменения гидрорежима водоема, наблюдается разная ответная реакция на колебания уровня воды. Например, большая (*Podiceps cristatus*) и серощекая (*P. grisigena*) поганки успешно гнездятся при колебаниях уровня воды, не превышающих 5-10 см, другие виды, такие как лысуха (*Fulica atra*), камышница (*Gallinula chloropus*), красноголовый нырок (*Aythya ferina*) и хохлатая чернеть (*A. fuligula*) способны переносить амплитуду колебаний до 40 см [18]. Но если амплитуда колебаний уровня воды превышает норму реакции вида, то птицы перестают гнездиться на данном водоеме и встречаются там только на пролете или на летних кочевках. Такую реакцию можно наблюдать у поганок и уток [18]. В то же время, у колониально гнездящихся видов чайковых птиц (чайки, крачки) в процессе эволюции выработались адаптации к частым изменениям гидрорежима, которые позволяют этим видам успешно существовать на водоемах с часто меняющимся гидрорежимом и быстро заселять их акватории [23].

Ранее было установлено [19], что при частичном (неполном) осушении водоема и понижении уровня воды на 0,1-0,4 м биоразнообразие пойменного орнитокомплекса сокращается незначительно, примерно на 10-20% (о. поганкообразные, некоторые из сем. утиные – широконоска (*Anas clypeata*), красноголовый нырок). При более существенном понижении уровня (0,5-1,0 м) отмечено сокращение биоразнообразия на 50%, в основном за счет крупных водоплавающих и околоводных видов (сем. утиные – чирок-трескунок (*Anas querquedula*), хохлатая чернеть; сем. пастушковые – лысуха, камышница и т.д.). При частичном осушении происходит временное перераспределение численности видов болотно-околоводного комплекса. При этом численность водоплавающих сокращается, а численность околоводных видов и обитателей мелководий наоборот нарастает (представители отрядов ржанкообразных, аистообразных, журавлеобразных) в связи с образованием дополнительных гнездовых стаций и наибольшей доступностью кормовых объектов. При обводнении водоема наблюдается обратный процесс, с начала гнездового сезона (начало мая) повсеместно наблюдается увеличение видового разнообразия и обилия водоплавающих и болотно-околоводных видов птиц.

Выявлена связь между суммарным обилием лимнофильной группы птиц и количеством осадков в июне. Отмечено, что суммарное обилие птиц болотно-околоводного комплекса снижалось, если пик сезона размножения (май-июнь) приходился на дождливый и холодный период, который обычно сопровождался подъемом уровня и заливанием побережий. Так, в 2020 году большое количество осадков, выпавших в мае – июне, совпало с концом половодья, что способствовало значительному подъему уровня воды в мае (на 0,67 м при НПУ=2,0 м), сохранению его высоких отметок на протяжении всего летнего периода (гнездового сезона) и заливание побережий. Полностью залитой оказалась вся нижняя пойма, включая всю полосу тростника и участки заливных лугов нижнего экологического уровня. В 2022 году высокое стояние воды в половодье и повышенное количество осадков в мае-начале июня нивелировалось теплыми месячными температурами и жарким засушливым периодом последующих летних

месяцев, что способствовало частичному восстановлению биоразнообразия и численности лимнофильных видов на побережье.

Похожий процесс наблюдался на зарегулированном участке в пойме реки Вязьмы. Так, в 2020 году, наблюдалась теплая зима и сниженное (по сравнению с нормой в этот период) количество выпавших осадков, а также раннее снеготаяние (начало марта). Однако средний по продолжительности (около 30 дней) период половодья совпал с повышенным количеством осадков в мае (89 мм), что определило резкий подъем уровня воды в мае-июне (0,68 и 0,65 м). Это сопровождалось стабильно высокими отметками в последующие летние месяцы (уровень в июле – 0,62 м) и продолжительным периодом заливания нижней части поймы (до середины августа). Таким образом, произошел повторный подъем уровня воды к середине мая (после начала насиживания), после которого стабильно высокий уровень сохранялся на протяжении практически всего периода гнездования. Такое резкое изменение уровня водоема в комплексе с пониженными температурами мая-июня и повышенным количеством выпавших осадков сопровождалось общим сокращением численности и общего обилия (сокращение на 30%) гнездящихся в нижней пойме водоплавающих и околоводных видов птиц. Подобная отрицательная динамика численности и обилия у водоплавающих, связанная с двойным весенним и раннелетними подъемами воды, а также с запоздалыми высокими паводками, описана в работах В.Г. Папченкова [24]. Одной из причин такого сокращения численности является частичная гибель кладок водоплавающих и некоторых околоводных птиц в прибрежной зоне. В дальнейшем, при стабилизации уровня в водоеме, нарастание численности уток происходит синхронно росту запасов их растительных кормов и обусловлено кормностью угодий, которая в свою очередь зависит от динамики гидрорежима [24, 25].

В июне 2022 года, напротив, период половодья был сопряжен с низким количеством осадков в апреле (9 мм) и умеренным количеством осадков в мае (51 мм), что позволило стабилизировать уровень зарегулированного участка в мае-июне на средних отметках (0,46 м и 0,44 м) с последующим их плавным снижением в июле-августе. Отмечен некоторый плавный постепенный спад уровня воды на зарегулированном участке Вязьмы в течение последующих летних месяцев, что оказалось оптимальным для водоплавающих и околоводных птиц прибрежного орнитокомплекса. Хорошо отреагировали на такой гидрологический режим кряква (*Anas platyrhynchos*), чирок-трескунок, хохлатая чернеть, красноголовый нырок, лысуха, камышница, большая выпь (*Botaurus stellaris*), погоныш обыкновенный (*Porzana porzana*), камышевка-барсучок (*Acrocephalus schoenobaenus*), речной сверчок (*Locustella fluviatilis*).

В ходе исследования была осуществлена оценка трансформации орнитофауны поймы района исследований в связи с изменением гидрорежима водоема и фонового климата за период 2019 по 2023 гг. На зарегулированных участках рек Птань и Вязьма выявлена динамика обилия гнездящихся лимнофильных видов, наиболее типичных для пойменного орнитокомплекса. Определена зависимость этого показателя от изменения уровня воды, площади водной поверхности и длительности заливания прибрежных биотопов, а также изменения основных климатических показателей в гнездовой период за разные годы исследований (2019-2023). Для этого были выбраны лимнофильные виды птиц болотно-околоводного комплекса с разной силой ответной реакции на изменение уровня воды и заливание гнездовых стаций в период размножения: *индикаторные виды* (сильно чувствительные, выдерживают колебание уровня до 10 см), *виды средней чувствительности* (выдерживают колебания уровня до 40 см), *толерантные виды* (выдерживают колебания уровня от 50 и более см). В качестве *индикаторных* видов были выбраны большая поганка и обыкновенный погоныш, для Ивановской области – камышевка-барсучок, виды со средней чувствительностью – кряква, лысуха, толерантные – озерная чайка (*Larus ridibundus*), речная крачка (*Sterna hirundo*).

В ходе анализа данных с поймы р. Птань в Тульской области установлено, что наиболее благоприятные условия для размножения *индикаторных* видов птиц (водоплавающие, низкогнездящиеся воробьиные, некоторые пастушковые) были отмечены в 2019 году со средней водностью (2,7 и 1,3 особей/км береговой линии), которых был определен как год с нормальными условиями (*обычный*). В этом году у индикаторных видов была зарегистрирован наибольший показатель обилия. Довольно большая плотность населения индикаторных видов наблюдалась в 2021 году с повышенной водностью и теплым летом (1,5 и 0,4 особей/км. береговой линии), а также в многоводном 2023 году с умеренным температурным режимом (1,9 и 0,8 особей/км. береговой линии, соответственно). Поэтому 2021 и 2023 годы можно определить как *оптимальные*. В эти годы отмечен более или менее стабильный уровень (амплитуда сезонных

колебаний уровня не превышала 40 см в месяц, а суточных – не более 5-10 см в сутки) и теплым летом с среднемесячными температурами 24-26°С. В 2020 *экстремальный* год с повышенной водностью и холодным летом (среднемесячная температура – 21-22°С) отмечена наименьшая плотность населения индикаторных видов (большая поганка – 0,2 особей/км. бер. лин., второй вид – погоныш обыкновенный отсутствовал). Похожая тенденция наблюдалась и у видов со средней чувствительностью (кряква, лысуха). Обилие толерантных видов (сем. чайковые) сильно не зависит от изменения уровня воды, так как они обладают широким спектром адаптивных механизмов и, при необходимости, могут строить плавучие гнезда. Однако в 2020 холодный год и их численность была ниже по сравнению с другими годами исследований.

Аналогичная тенденция распределения обилия лимнофильных видов разной степени чувствительности отмечена в июне на р. Вязьма в Тейковском районе Ивановской области. В 2020 экстремальном году с холодным летом у *индикаторных* видов отмечено наименьшее обилие (0,3 и 1,5 особей на км. береговой линии), которое увеличилось в переходном 2021 году (0,5 и 2,1 особей на км. бер. лин.), а наибольшая плотность отмечена в оптимальном 2022 году со средней по водности и теплым летом (1,8 и 2,8 особей на км. береговой линии соответственно). Подобная реакция на изменение гидрорежима зарегулированного участка р. Вязьма сохраняется у видов со средней чувствительностью: 2020 – 3,1 и 1,4; 2021 – 4,1 и 1,7; 2022 – 4,8 и 2,5; 2023 – 3,9 и 1,9 особей на км береговой линии, соответственно. Что касается толерантных видов с высокой адаптивной способностью (сем. чайковые), то у них на протяжении всего периода исследований наблюдалась довольно высокая плотность, с небольшой тенденцией к снижению в экстремальный 2020 год, предположительно в связи с неблагоприятными климатическими условиями.

Стоит отметить, что на стабильно повышенное обводнение с минимальными колебаниями уровня и положительными климатическими показателями (теплое лето с небольшим или умеренным количеством осадков) в гнездовой период положительно отзываются большинство видов водоплавающих и околоводных видов, а резкое снижениеуровня воды или резкие его колебания, а также затяжные неблагоприятные погодные условия в пик гнездового сезона (дождливое холодное лето), напротив, снижает показатель их встречаемости [12-14]. Так, высокая степень обводнения положительно сказывается на таких видах, как широконоска (*Anas clypeata*), шилохвость (*A. acuta*); индифферентно реагируют серая утка (*A. strepera*), хохлатая чернеть; отрицательно – кряква, красноголовый нырок, чирок-трескунок (для них оптимальными будут средняя обводненность и теплое лето).

Также, отмечено, что при резком внезапном обводнении (в 1 год обводнения) у местных водоплавающих и болотно-околоводных видов птиц в начале гнездового сезона (начало мая) повсеместно наблюдается резкое увеличение видового разнообразия и обилия. Оно незначительно спадает к середине июня с исчезновением весенних мигрантов (май – окончание весенней миграции птиц). Но в целом общее обилие птиц находится на высоком уровне. Это явление происходит за счет увеличения на водоеме численности уже зарегистрированных ранее гнездящихся видов (расселяющиеся особи), появления новых видов-вселенцев с других территорий, летующих видов (молодые или не размножающиеся особи) и случайных залетных видов (доля которых очень низка). Начиная с конца июня, в общем обилии видов болотно-околоводного комплекса водоема увеличивается доля участия молодых особей гнездящихся видов (слетки этого года) и линных птиц. Основной прирост численности и обилия на водоеме происходит за счет представителей отрядов гусеобразных, ржанкообразных, аистообразных (сем. цаплевые) и некоторых околоводных хищных видов птиц (отряды соколообразные, совообразные), а также некоторых воробьинообразных видов (камышевки, сверчки).

Помимо водохозяйственной деятельности, на население и численность видов птиц пойменных орнитокомплексов малых рек Вязьма и Птань существенное воздействие оказывают и другие факторы антропогенного воздействия. Наиболее ощутимыми среди них в пик гнездового сезона являются фактор беспокойства (охота, рекреация) и водохозяйственная деятельность человека: ненормированные резкие колебания уровня воды с суточными амплитудами выше 15-20 см, глобальное изменение водного режима (осушение/обводнение) в мае-июне. Загрязняющие выбросы с местных предприятий в водоемы и прилегающие к ним территории,слив сточных вод с предприятий или агроферм (р. Красивая Меча (р. Птань – её приток) в августе 2022 г.: Тульские новости, 2022 [26]) способны вызывать непоправимые изменения качественных показателей воды и уничтожение кормовой базы водоплавающих и

околоводных видов птиц (массовый мор рыбы, гибель беспозвоночных и водных растений), существенно снижая, в свою очередь,их видовое разнообразие и численность.

Сильнейший урон биоразнообразию и состоянию местных популяций пойменных орнитокомплексов наносят фактор беспокойства и браконьерство в мае-июне, при котором видовое разнообразиеможет снижаться на 50-70% (охота на взрослых птиц, сбор яиц и птенцов, в особенности хищных видов, в частные коллекции). Существенное негативное воздействие на сообщества птиц оказывают также выпас скота и использование агротехники. Значительный вред дикой природе также наносят беспризорные домашние животные (собаки, кошки). Потревоженные птицы бросают свои гнездовые участки и кладки, что существенно сказывается на выходе птенцов и общей численности популяции. Существенный вред прибрежным лесным и степным ценозам наносит замусоривание территории после посещения этих территорий отдыхающими (пластиковый мусор, стеклянные бутылки, одежда, автомобильные покрышки и т.д.). Близ р. Вязьма отмечены большие замусоренные территории поймы. Обширные очаги мусора были отмечены как в зонах рекреации, в черте города, так и за его пределами. Урон пойменным видам птиц на территориях, расположенных рядом с населенными пунктами или в черте города, наносит автотранспорт повышенной проходимости. Участились случаи гибели животных, сбитых на проселочных дорогах.

Необходимо разработать ряд мер контроля для территорий рекреационной зоны вблизи водоемов, а также организовать проведение разъяснительных мероприятий с местным населением.

Заключение. Видовое богатство водоема связано с многими факторами: размерами площади водного зеркала, разнообразием биотопов на побережье, интенсивностью охоты и браконьерства, фактором беспокойства (рекреация и др.), сельскохозяйственной деятельностью. Наиболее существенное влияние на население птиц прибрежных экосистем оказывает водохозяйственная деятельность и иные формы антропогенных воздействий непосредственно на водоемы: резкое изменение уровня воды (суточные, сезонные колебания), ирригационные работы, использование водоема под рыборазведение, загрязнение воды и почвы прилегающих к водоему территорий вследствие слива сельскохозяйственных и промышленных отходов, замусоривание прилегающих к водоему территорий.

Изменение ведущего фактора среды (в данном случае, водный фактор) определяет трансформацию природных экосистем и их компонентов, влияет на биоразнообразие и обилие видов. В прибрежных орнитокомплексах наиболее сильное воздействие водный фактор оказывает на лимнофильные виды птиц. В разных природных зонах (смешанные и широколиственные леса, лесостепи) в период размножения (май-июнь) отмечена схожая динамика видового разнообразия и численности у птиц болотно-околоводного комплекса при схожихусловиях гидрологического режима. Определяющими факторами трансформации прибрежного орнитокомплекса являются изменение уровня воды в водоеме, амплитуда и частота его колебаний (суточные, сезонные) в пик размножения, изменение площади водного зеркала и продолжительность заливания гнездовых территорий (стаций) водоплавающих и некоторых околоводных видов птиц. Резкие изменения гидрологического режима в пик размножения птиц водно-околоводного комплекса существенно меняют условия их обитания и вызывают перестройку сообществ птиц (изменение состава и численности фоновых видов, формирование специфических сезонных и суточных ритмов жизни птиц).Существенное изменениеплощади водного зеркала водоема в течение гнездового сезона (в связи с осушением/обводнением) также способствуют временной передислокации видов с одного водоема на другой. Наиболее устойчивыми к таким изменениям являются виды чайковых птиц, которые имеют специфичные эволюционные адаптации.

Работа выполнена по теме НИР фундаментальных исследований ИВП РАН за 2022-2024 гг. «Исследования геоэкологических процессов в гидрологических системах суши, формирования качества поверхностных и подземных вод, проблем управления водными ресурсами и водопользованием в условиях изменений климата и антропогенных воздействий» (№ FMWZ-2022-0002), № государственной регистрации: АААА-А18-118022090104-8.

Список литературы

1. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е., Каримова Т.Ю. Динамические изменения наземных экосистем поймы и дельты Нижней Волги под влиянием зарегулирования речного стока и климатических флуктуаций // Аридные экосистемы. 2015. Т. 21. № 4(65). С. 39-53.

2. Уланова С.С. Эколого-географическая оценка искусственных водоемов Калмыкии и экотонных систем «вода-суша» на их побережьях / Ред. Н.М. Новикова. М.: Изд-во РАСХН, 2010. 263 с.

3. Залетаев В.С. Структурная организация экотонов в контексте управления // Экотоны в биосфере. М.: РАСХН. 1997. С. 11-29.

4. Равкин Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае (Северо-Восточная часть). Новосибирск: Наука. 1967. С. 66-75.

5. Ларина Н.И., Голикова В.Л., Лебедева Л.А. Учебное пособие по методике полевых исследований экологии наземных позвоночных. Саратов: Изд-во Саратовского университета. 1981. 120 с.

6. Vergeles Yu.I. Quantitative Counts of Bird Population: a Methodological Review // Berkut. 1994. No 3 (1). P. 43-48.

7. Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны России и сопредельных территорий (в границах СССР как исторической области). М.: Академкнига. 2003. 806 с.

8. Коблик Е.А., Редькин Я.А., Архипов В.Ю. Список птиц Российской Федерации. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2006. 256 с.

9. Кузякин А.П. Зоогеография СССР // Ученые записки Московского областного педагогического института имени Н.К. Крупской. 1962. Т. 109. С. 3-182.

10. Валуев В.А.Подход к оценке обилия хищных птиц // Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России. М.: МСХА имени К.А. Тимирязева. 2007. С. 350-351.

11. Карташев Н.Н. Систематика птиц. М.: Высшая школа, 1974. 367 с.

12. Головатин М.Г.Связь динамики населения воробьиных птиц Субарктики с изменением климатических условий // Актуальные проблемы изучения и охраны птиц Восточной Европы и Северной Азии: Материалы междунар. конф. Казань, 2001. С. 180-181.

13. Граждан К.В. Межгодовые отличия населения птиц Северо-Восточного Алтая (в начале 60-х и конце 90-х гг. XX в.): Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2002. 23 с.

14. Шаповалова И.Б. Трансформация орнитофауны долины реки Птань (юго-восток Тульской области) в условиях постоянного антропогенного воздействия // Экосистемы: экология и динамика. 2020. Т. 4. № 4. С. 105-112.

15. Шаповалова И.Б. Орнитокомплексы долины реки Вязьма и северной части торфоразработок Сахтыш-Рубское в условиях антропогенного воздействия (юго-запад Ивановской области) // Экосистемы: экология и динамика. 2021. Т. 5. № 4. С. 78-102.

16. Мельничук В.А. О закономерностях формирования орнитофауны водохранилищ на равнинных реках. // Материалы VI Всесоюзной орнитолог. конф. Ч. 2. М., 1974. С. 341-342.

17. Толчин В.А., Толчина С.Н. Влияние колебаний уровня Братского водохранилища на приводных птиц // Материалы VI Всесоюзной орнитологической конф. М., 1974. Ч. 2. С. 360.

18. Books G.G. Avian interactions with mid-Columbia River water level fluctuations // Northwest Sci. 1985. Vol. 59. No. 4. P. 304-312.

19. Шаповалова И.Б., Завьялов Е.В. Орнитокомплексы островов Волгоградского водохранилища: состав, структура и динамика. М.: РАСХН, 2009.222 с.

20. Горшков Ю.А. Гибель утиных кладок на Куйбышевском водохранилище // Влияние хозяйственной деятельности человека на популяции охотничьих животных и их среду обитании: Материалы к науч. конф. Т. 2. Киров, 1980.С.78.

21. Ушаков В.А. К изучению роли птиц в формировании фаунистических комплексов побережья Куйбышевского водохранилища // Вопросы формирования прибрежных биогеоценозов водохранилищ. М.: Наука, 1969. С. 71-86.

22. Еремченко М.И. Водоплавающие птицы Камского Предуралья // Современное состояние ресурсов водоплавающих птиц: Тез. докл. Всесоюзного семинара. М., 1984. С. 37-38.

23. Мельников Ю.И. О некоторых адаптациях прибрежных птиц // Экология. 1982. № 2. С. 64-70.

24. Папченков В.Г. Об охотохозяйственной роли зарегулированных мелководий водохранилищ с переменным уровнем наполнения // Интенсификация воспроизводства ресурсов охотничьих животных. Киров, 1990. С. 70-81.

25. Экзерцев В.А. Зарастание литорали волжских водохранилищ // Труды Института биологии внутренних вод АН СССР. 1963. Вып. 6 (9). С. 15-29.

26. MysloНовости. 2022. [Электронный ресурс]. URL: https://myslo.ru/news/tula/2022-06-03-v-tul-skoj-oblasti-rybaki-snyali-na-video-navoznyj-sel (дата обращения: 01.03.2024).

УДК 911.2
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1498-1502

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПОЖАРОВ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ СРЕДНЕГО ЗАВОЛЖЬЯ В ГОЛОЦЕНЕ ПО ДАННЫ ИЗУЧЕНИЯ МАКРОЧАСТИЦ УГЛЯ В ТОРФЕ НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БУЗУЛУКСКИЙ БОР»

RECONSTRUCTION OF FIRE PERIODICITY IN FOREST ECOSYSTEMS OF THE MIDDLE VOLGA REGION IN THE HOLOCENE ACCORDING TO THE DATA OF STUDYING COAL MACROPARTICLES IN PEAT ON THE TERRITORY OF THE BUZULUKSKIY BOR NATIONAL PARK

Шатунов А.Е.[1], Новенко Е.Ю.[2]
Shatunov A.E.[1], Novenko E.Yu.[2]

[1,2]Институт географии РАН, Москва, Россия
Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: [1]lenanov@mail.ru, [2]toxavilli@yandex.ru

Аннотация. Национальный парк «Бузулукский бор» расположен в зоне типичных степей. Для выяснения особенностей его функционирования в голоцене была выполнена реконструкция пожаров по данным макроскопических частиц угля в торфе в болоте Побочное. Была реконструирована история пожаров за последние 10,5 тыс. кал. л.н. В раннем голоцене наблюдались низкие темпы накопления макроуглей и редкие пожары, вероятно преобладание травяной растительности. С 8 до 4 тыс. кал. л.н скорость накопления угольных частиц увеличилась, а межпожарный интервал сократился, особенно в период 6,4-6 тыс. кал. л.н, когда он составлял около 60 лет. После 4,8 тыс. кал. л.н в районе болота произошла резкая смена пожарного режима. Значительно увеличилась скорость накопления угольных частиц. С 3,5 до 2,8 тыс. кал. л.н наблюдалось уменьшение доли пыльцы сосны и древесных в целом и увеличение содержания пыльцы березы и полыни, что отражает влияние пожаров на растительность. Похолодание и увлажнения климата около 2,7 тыс. кал. л.н. привело к снижению пожарной активности на изучаемой территории и расширению площади лесов. Начиная с 1,8 тыс. кал. л.н. скорость аккумуляции частиц угля в торфе резко возросла. В течение последней 1000 лет выявлено 8 пожарных эпизодов, МПИ составлял в среднем около 200 лет, но возможно, пожары происходили и чаще.
Ключевые слова: палеоэкология, пожары, степь, Бузулукский бор.

Abstract. The Buzuluksky Bor National Park is located in the zone of typical steppes. To elucidate the peculiarities of its functioning in the Holocene, we performed a reconstruction of fires based on the data of macroscopic coal particles in peat in the Pobochnoe bog. The fire history for the last 10.5 thousand cal BC was reconstructed. In the Early Holocene, low rates of macrocharcoal accumulation and rare fires were observed, probably dominated by herbaceous vegetation. From 8 to 4,000 cal yr BP the rate of accumulation of coal particles increased and the inter-fire interval shortened, especially in the period 6.4-6,000 cal yr BP, when it was about 60 years. After 4.8 thousand cal yr BP, a dramatic change in fire regime occurred in the marsh area. The rate of coal particle accumulation increased significantly. From 3.5 to 2.8 thousand cal yr BP, there was a decrease in the proportion of pine and woody pollen in general and an increase in birch and Artemisia pollen, reflecting the effect of fires on vegetation. Climate cooling and moistening around 2.7 thousand cal yr BP led to a decrease in fire activity in the study area and an expansion of forest area. Starting from 1.8 thousand cal. yr BP, the rate of accumulation of coal particles in peat increased dramatically. During the last 1000 years, 8 fire episodes were identified, the inter-fire interval averaged about 200 years, but fires may have occurred more frequently than this.
Key words: Paleoecology, fires, steppe, Buzulukskiy Bor.

Введение. Бузулукский бор – уникальный лесной массив, расположенный в зоне типичных степей. В связи с этим торфяные отложения болота Побочное, расположенного в его пределах – важный природный «архив» для изучения истории природной среды и периодичности пожаров в голоцене. Палеоботаническое изучение торфяной залежи и радиоуглеродное датирование было выполнено К.В. Кременецким с соавт. [1]. В ходе исследований 2022 года была рассчитана новая модель вертикального прироста торфа с использованием программы Bacon [2] в программной среде R.

Материалы и методы. Подготовка проб для анализа макрочастиц угля проведена по стандартной методике [3]. Образцы отобраны непрерывно с интервалом 1 см. Всего за 2023 г. проанализировано 900 образцов. Для анализа угольных частиц в образцах была применена

разработанная ранее методика подсчета количества и площади углей посредством анализа изображений. Разделение частиц угля на классы (древесные и травянистые) проведено согласно классификации Vachula et al., [4], которая относит частицы угля с соотношением длины к ширине более 3,5 к травяным угольками, а менее – к древесным.

Для обработки изображений создана необходимая программа в среде R, при помощи которой выделены угольные частицы (методом бинаризации изображения с указанием порога). Статистическая обработка результатов подсчета концентрации угольных частиц в торфе осуществлялась в программном пакете tapas [5]. Вычислена скорость аккумуляции частиц угля (CHAR, количество частиц, выпадающих на поверхность размером 1 кв. см в год), выделены фоновые и пиковые значения скорости аккумуляции частиц угля, а также локальные пожарные эпизоды (один или серию крупных пожаров в окрестностях болота) и рассчитаны межпожарные интервалы.

Для выявления особенностей пожарных режимов был проведен кластерный анализ k-meansb программной среде Rc использованием библиотек factoextra и cluster [6, 7]. Кластеры выделялись по числу макрочастиц угля, соотношению древесных и травяных угольных частиц (%) и соотношению AP : NAP[1] (соотношение древесной и недревесной пыльцы), которые были подсчитаны в см керна. Оптимальное количество кластеров определялось визуально по перегибу на графике общей суммы квадратов *(рисунок 1).* Было построено 4 кластера, количество итераций равнялось 100 *(рисунок 2)*.

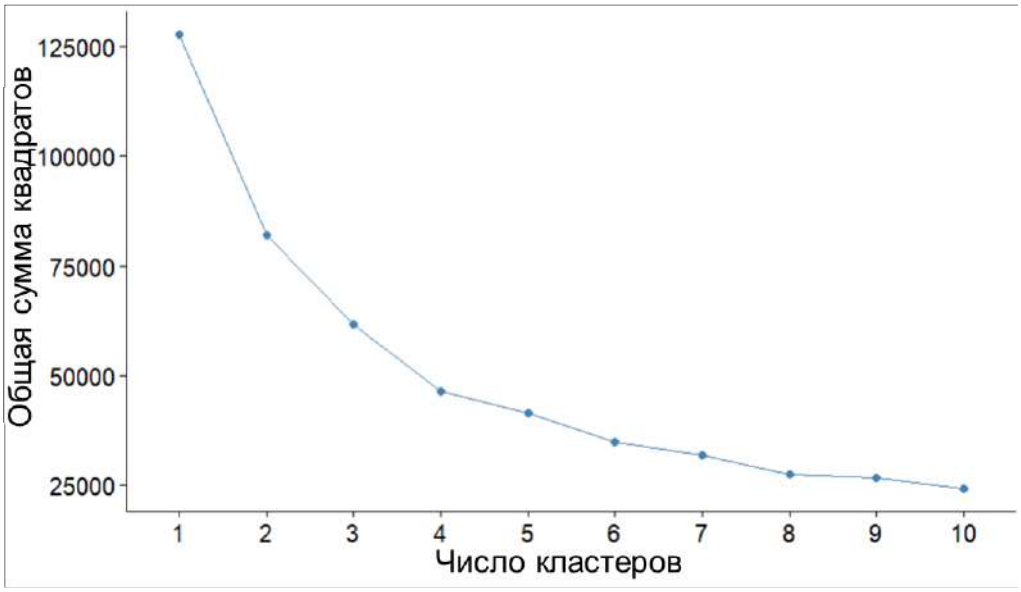


Рисунок 1. Общая сумма квадратов для выбора оптимального числа кластеров.

Поскольку для кластеризации используется несколько переменных, то по осям представлены объясняющие наибольшую часть дисперсии компоненты, которые объясняют 46,3% и 30% дисперсии. Все кластеры хорошо разделяются друг от друга, кроме второго и третьего *(рисунок 2).* Средние значения соотношения AP : NAP, % древесных частиц от общей суммы частиц, общего числа угольных частиц в см представлены в *таблице 1*.

Для первого кластера характерна относительно низкая лесистость, малое число углей (в среднем 12,5 ед.), но при этом угли преимущественно древесные, на основании чего мы можем предположить, что для этого периода характерно преобладание степей над лесами, но горели преимущественно леса. Кластер два имеет высокое соотношение AP : NAP (57,74), высокую долю древесных углей (64,1%) и наибольшее число макроуглей, что позволяет сделать вывод, об высокой интенсивности лесных пожаров, которые, возможно, и стали ограничителем увеличения доли лесистости. Третий кластер характеризуется наибольшим соотношением AP:NAP (69,6) при доли древесных частиц, аналогичных для первого и второго кластера, с числом углей 22,5 ед. Кластеры два и три плохо сепарируются друг от друга *(рисунок 2)*, что связано с не слишком сильно различающимся соотношением AP : NAP, практически одинаковости по доле древесных частиц и высокому, хоть и отличающимся более чем в два раза, числу углей. Вероятно, кластеры

2 и 3 показывают различные условия функционирования ландшафта при схожих условиях, но с разной интенсивностью пожаров. Наконец, четвертый кластер характеризуется низким соотношением AP : NAP аналогично первому, но при этом доля древесных углей наименьшая и составляет всего 39,8%, наименьшим является и число углей. Вероятно, этот кластер должен указывать на этапы, когда преобладали степные пожары, в то время как остальные 3 кластера указывают на преобладание лесных пожаров.

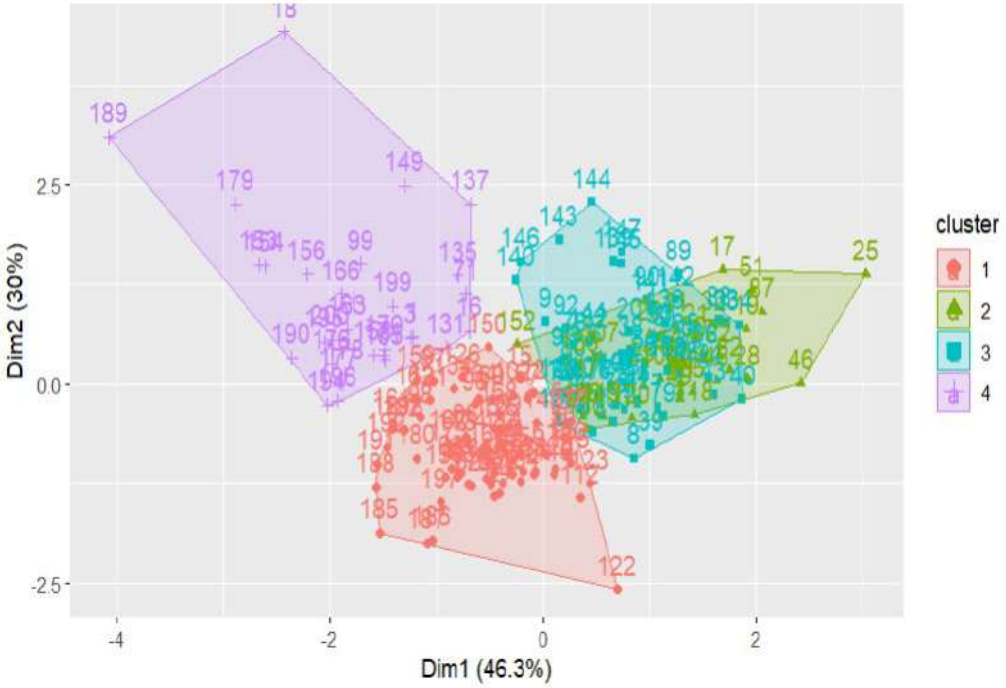


Рисунок 2. Диаграмма рассеивания с 4 кластерами.

Таблица 1

Средние значения переменных для каждого из 4-х кластеров

Кластер	AP : NAP	Древесных углей %	Число углей
1	45,67	68,38	12,55
2	57,74	64,11	50,36
3	69,62	65,22	22,46
4	46,37	39,81	6,15

Результаты исследования. Полученные данные позволили реконструировать историю пожаров на территории национального парка «Бузулукский бор» за последние 10,5 тыс. кал. лет.

Для раннего голоцена (временного интервала 10,5-8,0 кал. л.н.) характерны низкие скорости накопления макроуглей (мене 10 частиц/см^2 в год) и редкие пожарные эпизоды. Высокая доля углей травянистых растений среди макроуглей, накопившихся в этот период, хорошо согласуется с палинологическими данными, полученными К.В. Кременецким с соавт. [1], согласно которым на территории, прилегающей к болоту, была распространена лесостепная растительность. Доля пыльцы травянистых растений составляла от 40 до 65%, среди которой преобладала полынь (до 40%) и маревые (до 20%). Древесную растительность формировали сосна и береза с небольшим участием широколиственных пород, доля которых постепенно возрастала. Судя по тому, что образцы в этот период относятся только к 1 и 4 кластеру, можно предположить, что для территории были характерны степные и лесные пожары низкой интенсивности, что может быть связано с недостатком древесного топлива из-за низкой лесистости *(рисунок 3)*. Судя по тому, что пики скоростей накопления макроугля, по которым определяются ближайшие к территории исследования пожары, приходятся на степной кластер, то, вероятно, в непосредственной близости горели травяные сообщества, в то время как фоновый уголь поступал как из лесных, так и из травяных.

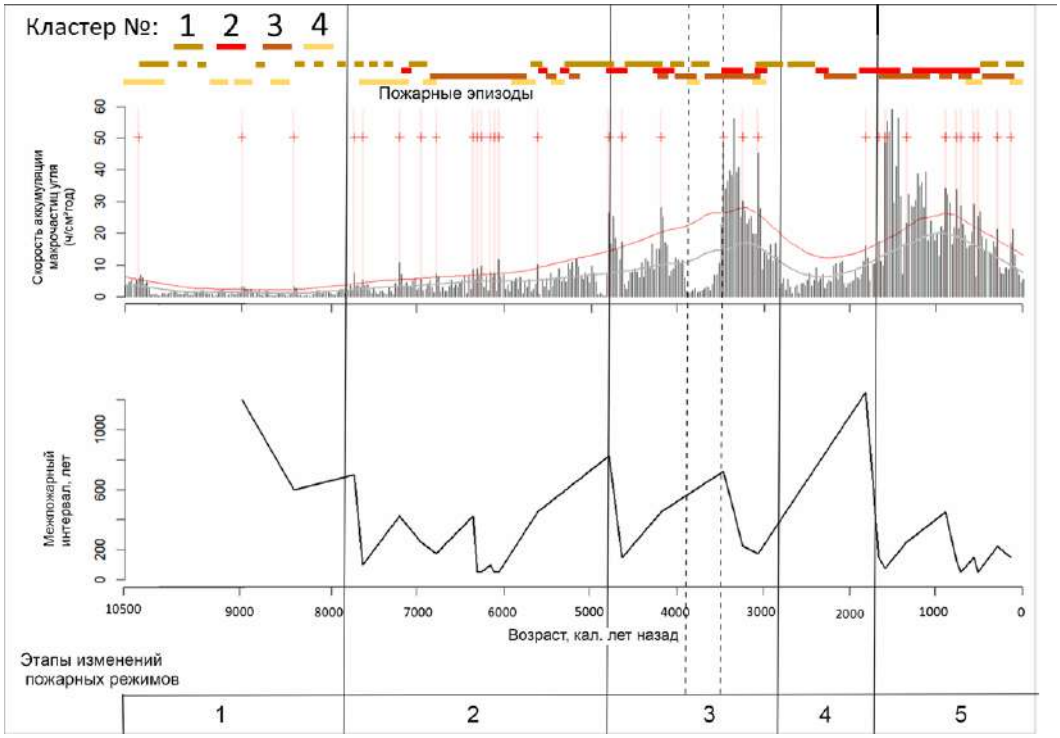


Рисунок 3. Скорость аккумуляции макроскопических частиц угля в торфяной залежи болота Побочное (НП «Бузулукский бор»).

Межпожарные интервалы (красными крестиками обозначены пожарные эпизоды). Цветом сверху показана принадлежность к кластеру.

В период 8,0-4,8 тыс. кал. л.н. скорость аккумуляции угольных частиц возрастает до 7-10 частиц/см^2 в год, выделяются пожарные эпизоды, в которых доля древесных углей существенно превышает долю травянистых, за исключением эпизодов 7,2 и 5,4. тыс. кал. л.н *(рисунок 3)*. Серия крупных пожаров выявлена в интервале 6,4-6,0 тыс. кал. л.н., установлено 6 пожарных эпизодов с интервалом около 60 лет. Учитывая, что пожарных эпизод может охватывать не один, а несколько пожаров, для рассматриваемого периода была характерна очень высокая пожарная активность. В спорово-пыльцевых спектрах этому интервалу соответствует зона резкого увеличения доли пыльцы сосны (до 60-70%). В это время доля степных пожаров сокращается от начала к концу этапа, в то время как доля лесных возрастает. В начале этапа локальные пожары относятся в основном к первому кластеру, который характеризуется низкой общей лесистостью и малым числом угольных частиц. В середине этапа все локальные пожары относятся к 3 кластеру. Возможно, частые пожары способствовали формированию сосновых лесов, поскольку сосна, в отличие от других древесных пород, не погибает при низовых пожарах, и, кроме того, ее возобновление лучше происходит по гарям. После 5,5 тыс. кал. л.н. локальные пожары не выявляются, а фоновый уголь поступает в условиях, вероятно, более низкой лесистости территории и пожаров слабой интенсивности, судя по отношению к 1 кластеру.

После 4,8 тыс. кал. л.н. на территории, прилегающей к болоту Побочное, произошла резкая смена пожарных режимов *(рисунок 3)*. Скорость аккумуляции частиц угля увеличилась до 20-30 с отдельными пиками до 50-60 частиц/см^2 в год, что в 2-5 раз превышает значения CHAR в предыдущий период. Выявлены два интервала повышенного поступления угольков в болото в интервалах 4,8-3,9 и 3,5-2,8 тыс. кал. л.н., разделенные периодом, когда пожарная активность сокращалась. Интервалы увеличения поступления угля в торфяную залежь болота совпадают по времени с сокращением доли древесных пород в пыльцевых спектрах (до 40-50%) и возрастанием доли полыней (20-30%) и лугового разнотравья. Среди угольных частиц большую долю составляет древесный уголь, что указывает на периодические лесные пожары. Для интервала 3,5-2,8 тыс. кал. л.н. характерно наименьшая за периоды среднего и позднего голоцена значения суммы пыльцы древесных пород и сосны в спектрах (25-30% и 10% соответственно) и увеличение содержания березы и полыни до 20-30%, что, очевидно, отражает не только влияние климатического фактора, но воздействие пожаров на растительный покров. Локальные пожары относятся в основном к третьему кластеру, что говорит о том, что они происходили в периоды с

достаточно высокой лесистостью и были наиболее интенсивными за все время до этого. Фоновые пожары относятся в основном к 1 и 3 кластерам. Благодаря этому, мы можем говорить, что мощность пожаров ограничивалась или недостаточностью древесного топлива, или изменением климатических условий, при которых доля лесной растительности возрастала, а интенсивность пожаров снижалась. Степной кластер практически полностью пропадает.

Похолодание и увлажнения климата около 2,7 тыс. кал. л.н. привело к снижению пожарной активности на изучаемой территории и расширению площади лесов *(рисунок 3)*. Доля пыльцы деревьев и кустарников в спектрах возросла до 60%. В интервале 2,7-1,5 тыс. кал. л.н. скорость аккумуляции частиц угля понизилась до 7-10 частиц/см^2 в год, пожарные эпизоды не выделены. Первая половина этапа относится к 1 кластеру, а вторая к 3, что говорит об низкой фоновой скорости поступления макрочастиц угля, но при этом в начале этапа доля древесной пыльцы была меньше, чем во второй половине.

Начиная с 1,8 тыс. кал. л.н. скорость аккумуляции частиц угля в торфе резко возросла, CHAR увеличилась в пять-шесть раз по сравнению с предыдущим периодом и достигла 50-60 частиц/см^2 в год, МПИ составлял 100-200 лет *(рисунок 3)*. В пожарах средневековья (800-1200 гг.) древесные угли существенно преобладали над остатками травянистых, в более поздних пожарах доля остатков трав увеличилась, что, возможно, указывает на сокращение площади лесов и древесины, как горючего материала. Высокие пики CHAR и обилие крупных частиц угля (400-500 мкм) указывают на крупные верховые пожары вблизи болота. В течение последней 1000 лет выявлено 8 пожарных эпизодов, МПИ составлял в среднем около 200 лет, но возможно, пожары происходили и чаще. Для спорово-пыльцевых спектров характерны резкие колебания в соотношении пыльцы сосны и березы, что отражает постпирогенные сукцессии растительного покрова. Локальные пожары относятся в основном ко второму кластеру, что говорит о высокоинтенсивных лесных пожарах в непосредственной близости от болота, фоновые же относятся к 2 и 3 кластеру. Это позволяет предположить, что интенсивность пожаров на окружающей территории менялась на протяжении этапа, но при этом пожары были лесными при относительно высокой лесистости.

Выводы. В течение голоцена на территории Бузулукского бора выявлено 5 периодов, соответствующих сменам пожарных режимов, проведено их сопоставление с историей развития растительности, реконструированной по палинологическим данным. 10,5-8,0 тыс. кал. л.н., низкая аккумуляция угля и единичные пожары с длительный межпожарным интервалом, преобладает травянистая растительность. 8,0-4,8 тыс. кал. л.н. высокая пожарная активность, периодические низовые пожары низкой интенсивности, сосновые леса. 4,8-2,8 тыс. кал. л.н. рост пожарной активности и интенсивности пожаров, аккумуляция угля возрастает в 2-5 раз, увеличение доли безлесных растительных сообществ. 2,8-1,8 тыс. кал. л.н. сокращение поступления угля и отсутствие пожарных эпизодов, увеличение площади лесов. 1,8 тыс. кал. л.н. – настоящее время, скачкообразный рост аккумуляции угольных частиц, интенсивные пожары вблизи болота, постпирогенные сукцессии растительного покрова.

Исследование выполнено в рамках темы государственного задания Института географии РАН FMWS-2024-0005.

Список литературы

1. Kremenetski C.V., Boettger T., Junge F.W., Tarasov A.G. Late- and postglacial environment of the Buzuluk area, middle Volga region, Russia // Quaternary Science Reviews. 1999. Vol. 18. P. 1185-1203.

2. Blaauw M., Christen J.A. Flexible paleoclimate age-depth models using an autoregressive gamma process // Bayesian Analysis. 2011. Vol. 6(3). P. 457-474.

3. Mooney S., Tinner W. The analysis of charcoal in peat and organic sediments // Mires and Peat. 2011. Vol. 7. P. 1-18.

4. Vachula R., Sae-Lim J., Li, R. A critical appraisal of charcoal morphometry as a paleofire fuel type proxy // Quaternary Science Reviews. 2021. 262. 106979. 10.1016/j.quascirev.2021.106979.

5. Finsinger W., Bonnici I. Tapas: an R package to perform trend and peaks analysis. 2022. [электронный ресурс]. DOI: 10.5281/zenodo.6344463 (дата обращения: 17.10.2023).

6. Kassambara, A. and Mundt, F.Factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. 2020. R Package Version 1.0.7.

7. Maechler M, Rousseeuw P, Struyf A, Hubert M, Hornik K. cluster: Cluster Analysis Basics and Extensions. 2023. R package version 2.1.

УДК 631.4
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1503-1506

ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ЧЕРНОЗЕМАХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ (ТУЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

THE TRANSFORMATION OF ORGANIC MATTER IN THE CHERNOZEMS OF THE NORTHERN FOREST-STEPPE (TULA REGION)

Шахворостова С.А.[1], Волкова Е.М.[2]
Shakhvorostova S.A.[1], Volkova E.M.[2]

Тульский государственный университет, Тула, Россия
Tula State University, Tula, Russia

E-mail: [1]lana.polyancheva@mail.ru, [2]convallaria@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются особенности разложения различных субстратов в черноземах северной лесостепи. Эксперимент заложен на территории Куликова поля (северная лесостепь). В качестве субстратов использовали смеси злаков и степного разнотравья, а также хлопчатобумажную ткань и чайные пакетики. Динамику изменения массы субстратов и запасов в них углерода оценивали через 7 и 12 месяцев эксперимента. Результаты показали, что наиболее интенсивно трансформируется хлопчатобумажная ткань (потеря ее массы спустя 12 месяцев проведения эксперимента составила 99,9%). В процессе разложения растительного материала происходит преобразование органического вещества растений в органическое вещество почвы. Этот процесс сопровождается снижением запасов углерода в растительном сырье, но увеличением запасов углерода в почве. Интенсивное снижение запасов углерода наблюдается при разложении смеси разнотравья (до 67,6% за 12 месяцев), менее активно разлагаются злаки и содержимое чайных пакетиков (потеря массы составила 55,8% и 66,3% соответственно). При этом, увеличение запасов углерода в почве составило 32%. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что в черноземах северной лесостепи происходит интенсивная трансформация растительного сырья, что сопровождается увеличением запасов почвенного углерода.
Ключевые слова: Куликово поле, агростепи, разложение, запасы углерода.

Abstract. This article discusses the features of decomposition of various substrates in the chernozems of the northern forest-steppe. The experiment was laid on the territory of Kulikov field (northern forest-steppe). Mixtures of cereals and steppe grasses, as well as cotton cloth and tea bags were used as substrates. The dynamics of changes in the mass of substrates and carbon reserves in them were evaluated after 7 and 12 months of the experiment. The results showed that cotton fabric is most intensively transformed (its weight loss after 12 months of the experiment was 99,9%). In the process of decomposition of plant material, the organic matter of plants is transformed into the organic matter of the soil. This process is accompanied by a decrease in carbon reserves in plant raw materials, but an increase in carbon reserves in the soil. An intensive decrease in carbon reserves is observed during the decomposition of a mixture of herbs (up to 67,6% in 12 months), cereals and the contents of tea bags decompose less actively (weight loss was 55,8% and 66,3%, respectively). At the same time, the increase in carbon reserves in the soil amounted to 32%. The conducted studies indicate that intensive transformation of plant raw materials takes place in the chernozems of the northern forest-steppe, which is accompanied by an increase in soil carbon reserves.
Key words: Kulikovo field, agrosteps, decomposition, carbon reserves.

Введение. Степные и лесостепные пространства нашей планеты за последние 100-200 лет претерпели существенные изменения в связи с интенсивной деятельностью человека [1], что обусловлено высоким плодородием почв [2]. Формирование почвенного органического вещества происходит в процессе трансформации отмершего растительного материала под действием микроорганизмов, в результате чего протекает комплекс различных реакций, приводящих к образованию гумуса [3-5].

Антропогенное преобразование природных экосистем является основной причиной изменений почвенных запасов углерода. Так, в результате сельскохозяйственной деятельности содержание органического углерода в почвах сокращается на 25-75% по сравнению с естественными степными экосистемами [6, 7]. Таким образом, определение скорости разложения органического вещества в системе «растительность – почва» является актуальной задачей, позволяющей охарактеризовать особенности почвообразовательного процесса на изучаемой территории. При этом, интенсивность трансформации растительных остатков определяется двумя факторами: процессом разложения органического вещества и его стабилизацией. Это, в

свою очередь, зависит от таких факторов окружающей среды, как физический и химический состав почвы, климатические условия, активность почвенных микроорганизмов и состав растительного материала [8].

Изучение интенсивности разложения растительного материала проводили на коллекционном участке музея-заповедника «Куликово поле», который находится в юго-восточной части Тульской области, в северной подзоне лесостепной зоны [9]. Данная территория характеризуется интенсивной антропогенной нагрузкой, что привело к формированию искусственных ценозов (сельскохозяйственные поля и разновозрастные залежи), занимающих более 80%. С целью восстановления исходного исторического ландшафта на территории Куликова поля проводятся опыты по восстановлению степных сообществ с применением различных подходов – от посева травосмесей до комбинированного метода посева травяных и семенных смесей с разной концентрацией семенного материала [10-13]. Такие опыты заложены в разные годы. При этом, уход за посевами предполагает ежегодное скашивание и удаление биомассы трав в конце вегетационного сезона, что позволяет поддерживать конкурентоспособность степных видов [14].

Материалы и методы. Для изучения интенсивности процесса деструкции различных фракций фитомассы был применен метод закладки растительного материала в почву [15]. В качестве субстратов использовали предварительно высушенные до воздушно-сухого состояния и измельченные образцы фитомассы, которые помещали в нейлоновые мешочки. В эксперименте оценивали трансформацию 2-х смесей: злаковые (*Poa angustifolia*, *Festuca valesiaca, Stipa* sp., др.) и степное разнотравье (*Convolvulus arvennsis, Coronilla varia, Lathyrus tuberosus, Nepeta pannonica, Veronica teucrium* и др.). В качестве универсальных субстратов применяли хлопчатобумажную ткань (ХБ) и зеленый чай марки CURTIS в пакетиках-пирамидках из нейлоновой сетки. Подход, известный как метод «чайных пакетиков» (TBI), позволяет определить, какая часть лабильной фракции органического вещества переходит в трудно разлагаемые соединения, а также насколько быстро происходит этот процесс. На сегодняшний день этот метод достаточно распространен и часто используется для сравнения различных экотопов [8].

Подготовленные образцы растительного материала, ХБ и чайные пакетики были взвешены и пронумерованы, после чего заложены в черноземную почву на глубину 5-10 см 1 октября 2022 года в двухкратной повторности. Образцы извлекали 20 мая и 1 октября 2023 года, время экспозиции составило 231 день и 365 дней соответственно. Образцы высушивали и взвешивали, определяя потерю массы по формуле [16]:

$$A = 100 – (m_2 100/m_1),$$

где A – потеря массы образца, m_1 – начальная масса образца, m_2 – конечная масса образца.

Помимо этого, проводили оценку содержания органического вещества в образцах до и после экспозиции, определяя зольность (%) и содержание карбонатов (%). Затем полученные значения органического вещества умножали на массовую долю углерода, определенную с помощью CHNS-O-элементного анализатора EA 1110 (Carlo Erba, Италия) в Институте органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН. Запасы углерода определяли в пересчете на массу заложенных субстратов с учетом изменений в процессе разложения.

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные результаты указывают на активную деятельность почвенных микроорганизмов в черноземах Куликова поля, поскольку потеря массы образцов составила от 40,9% до 99,9% *(рисунок 1)*.

С наибольшей интенсивностью происходит разложение хлопчатобумажной ткани, ее потеря массы составила 74,6% и 99,9% через 7 и 12 месяцев эксперимента соответственно. Активное разложение ХБ обусловлено высокой долей легко разлагаемой целлюлозы [17].

Разложение смеси разнотравья происходит слабее, но, тем не менее, достаточно активно, благодаря высокому содержанию легкогидролизуемых веществ и зольных элементов, которые являются подходящим субстратом для микроорганизмов, – потеря массы данной фракции составила 53,9% через 7 месяцев эксперимента и 69,6% – спустя 12 месяцев. Несколько ниже значение данного показателя характерно для чайных пакетиков, снижение массы которых составило 43,2% и 66,3% через 7 и 12 месяцев соответственно.

Наименьшая потеря массы наблюдается в смеси злаков, что обусловлено высоким содержанием трудноразлагаемого лигнина, на долю которого приходится до 23% [18]. Спустя 231 день экспозиции уменьшение массы этой фракции составило 40,9% и 55,8% – через 365 дней.

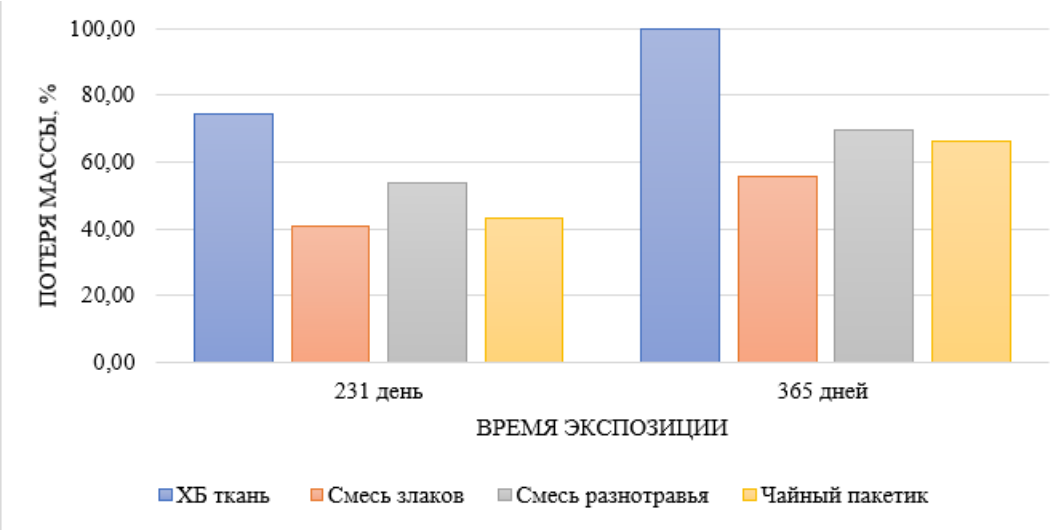


Рисунок 1. Потеря массы заложенных образцов за время экспозиции (%).

Полученные результаты свидетельствуют о высокой скорости разложения органического вещества в черноземных почвах Куликова поля. При этом, в процессе разложения образцов меняется содержание углерода в растительном веществе и в почве.

Расчет запасов углерода проводили, определяя долю органического вещества и массовую долю углерода в исследованных образцах на каждой стадии эксперимента. Затем рассчитывали изменение запасов углерода в каждом образце.

Полученные результаты свидетельствуют о высоких исходных показателях запасов углерода во фракции разнотравья (3,52 г углерода в 10 г смеси). При этом, потеря запасов углерода через 7 месяцев составила 52,0% (1,83 гС), а через 12 месяцев – 67,6% (2,38 гС) *(рисунок 2)*.

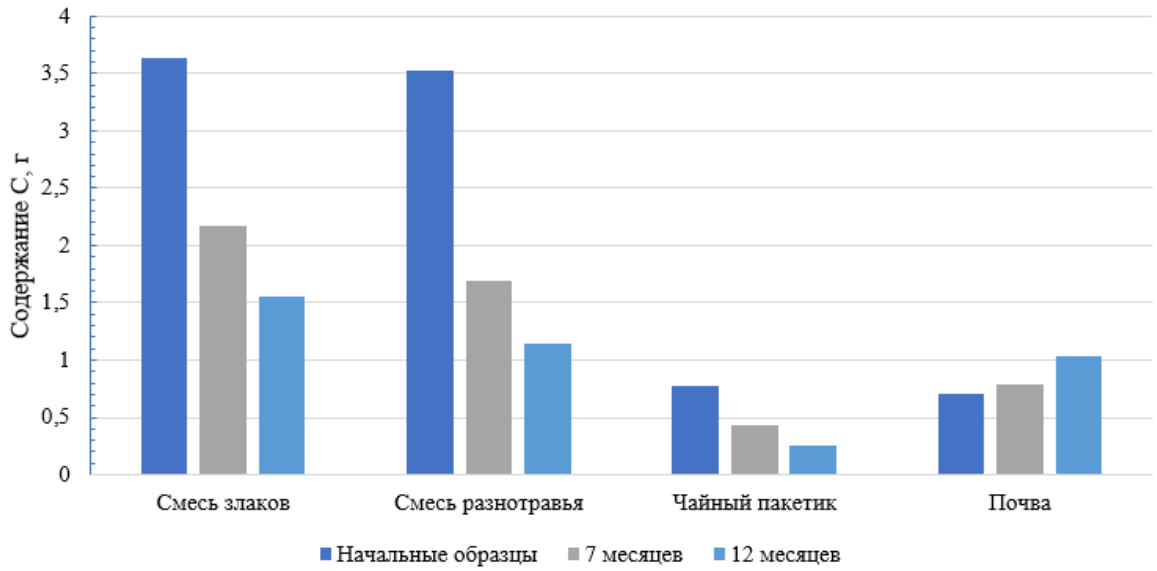


Рисунок 2. Динамика запасов углерода в разных субстратах и в почве в ходе эксперимента.

Во фракции злаков исходные запасы углерода составляли 3,63 гС в 10 г растительного сырья. Через 7 месяцев запас углерода снизился до 2,17 гС, что составило 59,8%, а через 12 месяцев показатель составил 1,55 гС в трансформированной доле фракции – 42,7%. Как видно, потери углерода за эксперимент составили 2,08 гС, т.е. показатель снизился на 57,3%.

Наиболее низкие потери углерода отмечены в чайных пакетиках. Запасы органического углерода в начальных образцах составляли 0,77 гС на усредненную массу одного чайного пакетика. Через 7 месяцев эксперимента запас углерода составил 0,43 гС в оставшемся после трансформации сырье (55,8%), а спустя 12 месяцев – 0,26 гС (33,8%).

Как видно, в процессе разложения растительного сырья происходит трансформация органического вещества растений в органическое вещество почвы. Определение запасов углерода в почве, расположенной под мешочками с измельченным сырьем, показало, что они пополнились на 0,09 гС на 10 г исследуемой пробы почвы спустя 7 месяцев эксперимента и на 0,33 гС в 10 г образца почвы через 12 месяцев, т.е. увеличение запасов углерода в почве составило 32%.

Выводы. Проведенный эксперимент показал, что черноземы Куликова поля характеризуются высокой биологической активностью, поскольку через 7 месяцев эксперимента масса исследуемых образцов уменьшилась более чем на 40,9%, а запасы углерода в почве увеличились на 0,09 гС на 10г почвы. Спустя 12 месяцев экспозиции показатель потери массы достиг 55,8-99,9%, а почвенные запасы углерода пополнились на 0,33 гС в 10 г почвенной пробы. Таким образом, в черноземах северной лесостепи происходит интенсивная трансформация растительного сырья, что сопровождается увеличением запасов почвенного углерода.

Список литературы

1. Елизаров А.В. Экологический каркас – стратегия степного природопользования XXI века // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2008. Т. 17. № 2(24). С. 289-317.
2. Чупрова В.В. Запасы, состав и трансформация органического вещества в пахотных почвах Средней Сибири. // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2017. Вып. 90. С. 96-115.
3. Лисецкий Ф.Н. Особенности трансформации растительного вещества степных экосистем // Фундаментальные исследования. 2012. № 3 (часть 2). С. 245-249.
4. Титлянова А.А., Шибарева С.В. Продуктивность травяных экосистем: справочник // Почвенный институт имени В.В. Докучаева; Институт почвоведения и агрохимии СО РАН. М.: ООО «Издательство МБА», 2020. 100 с.
5. Марчик Т.П., Ефремов А.Л. Почвоведение с основами растениеводства: учеб. Пособие: Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы». Гродно: ГрГУ, 2006. 249 с. ISBN 985-417-828-5.
6. Lal R. Managing Soils and Ecosystems for Mitigating Anthropogenic Carbon Emissions and Advancing Global Food Security // BioScience. 2010. Vol. 60. P. 708-721. DOI: 10.1525/bio.2010.60.9.8.
7. Когут Б.М., Семенов В.М. Оценка насыщенности почвы органическим углеродом // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2020. Вып. 102. С. 103-124.
8. Елумеева Т.Г., Чередниченко О.В., Гаврилова Т.М. Стабилизация и скорость разложения стандартного материала в травяных сообществах лесной зоны // Экосистемы, 25. 2021. С. 12-21.
9. Розова И.В., Волкова Е.М. Оценка структуры земель Куликова поля с использованием ГИС-технологий // Известия ТулГУ. Естественные науки. 2020. Вып. 3. С. 27-39.
10. Дзыбов Д.С. Метод ускоренного воссоздания травянистых сообществ // Всесоюз. совещ. «Экспериментальная биогеоценология и агроценозы»: тезисы. М.: Наука. 1979. С. 129-131.
11. Дзыбов Д.С. Основы биологической рекультивации нарушенных земель. Ставрополь: Агрус. 1995. 58 с.
12. Дзыбов Д.С. Метод агростепей: Ускоренное восстановление природной растительности. Методическое пособие. Саратов: Научная книга. 2001. 40 с.
13. Волкова Е.М., Ямалов С.М. Разнообразие растительных сообществ разных стадий восстановительных сукцессий степной растительности в Верховьях Дон (Европейская Россия) // Степи Северной Евразии: материалы VII международного симпозиума / под научной редакцией чл.-корр. РАН А.А. Чибилева. Оренбург: ИС УрО РАН, Печатный дом «Димур», 2015. С. 235-238.
14. Волкова Е.М., Бурова О.В., Розова И.В. Восстановление степной растительности Куликова поля (методы и результаты экспериментов). Тула, 2022. 60 с.
15. Козловская Л.С., Медведева В.М., Пьявченко Н.И. Динамика органического вещества в процессе торфообразования. Ленинград: Наука. Ленингр. отд-ние, 1978. 172 с.
16. Волкова Е.М. Методы изучения болотных экосистем: учеб. пособие по организации и проведению исследовательской работы. Тула, 2009. 94 с.
17. Рахмонова Р.Б., Бахриддинова Г.О. Формирование структуры хлопкового волокна // Academic research in educational sciences. 2021. С. 72-80.
18. Харина М.В., Терехова Л.М., Емельянов В.М. Состав, структура и перспективы энергоресурсосберегающей переработки соломы злаковых культур // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 24. С. 168-174.

УДК 581.95
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1507-1512

К РАСПРОСТРАНЕНИЮ ВИДОВ РОДА *DELPHINIUM* L. НА ЮЖНОМ УРАЛЕ, ЮГЕ ЗАПАДНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИБИРИ

ON THE DISTRIBUTION OF SPECIES OF THE GENUS DELPHINIUM L. IN THE SOUTH URAL, SOUTH OF WESTERN AND CENTRAL SIBERIA

Шилова И.В., Пархоменко А.С., Пархоменко В.М.
Shilova I.V., Parkhomenko A.S., Parkhomenko V.M.

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия
Saratov State University, Saratov, Russia

E-mail: schiva1952@yandex.ru

Аннотация. Приводятся данные о встречаемости видов и разновидностей рода *Delphinium* от Урала до оз. Байкал вдоль автомагистрали, пересекающей Челябинскую, Курганскую, Тюменскую, Омскую, Новосибирскую, Кемеровскую области, Красноярский край и Иркутскую область, а также вдоль отрезка Чулымского тракта в Новосибирской области от Новосибирска до Барнаула. Из 20-ти местообитаний собраны образцы, отнесённые к четырём видам: *D. elatum* L. (3 образца из Челябинской, 3 – из Новосибирской, 3 – из Кемеровской, 3 – из Иркутской областей, 2 – из Красноярского Края), *D. retropilosum* (Huth.) Sambuk (1 образец из Кемеровской обл., 2 – из Красноярского края), *D. crassifolium* Schrad. ex Spreng. (2 образца из Иркутской обл.) и *D. grandiflorum* L. (2 образца из Иркутской обл.). Впервые указываются: *D. elatum* для территории Коченевского р-на Новосибирской обл., Нижнеингашского р-на Красноярского края; *D. elatum* subsp. *alpinum* – для территории Новосибирской (в Новосибирском р-не в одном и том же местообитании наравне с *D. elatum* s. str.), Кемеровской и Иркутской обл.; *D. retropilosum* × *D. elatum*, включая subsp. *alpinum* (в Топкинском р-не Кемеровской обл.); *D. grandiflorum* – для территории Баяндаевского р-на Иркутской обл.; форма *D. crassifolium* с присутствием железистого опушения на чашелистиках (в Нижнеудинском р-не Иркутской обл.). В Боготольском и Ачинском р-нах вблизи автомагистрали собраны образцы *D. retropilosum*, занесённого в Красную книгу Красноярского края.

Ключевые слова: *Delphinium,* распространение, Южный Урал, Западная и Центральная Сибирь.

Abstract. Data on the occurrence of species and varieties of the genus *Delphinium* from the Urals to the lake are presented. Baikal is located along the highway crossing the Chelyabinsk, Kurgan, Tyumen, Omsk, Novosibirsk, Kemerovo Regions, Krasnoyarsk Krai and Irkutsk Region, as well as along the segment of the Chulymsky tract in the Novosibirsk Region from Novosibirsk to Barnaul. Samples from 20 habitats were collected, classified into four species: *D. elatum* L. (3 samples from Chelyabinsk, 3 from Novosibirsk, 3 from Kemerovo, 3 from Irkutsk Regions, 2 from Krasnoyarsk Krai), *D. retropilosum* (Huth.) Sambuk (1 sample from the Kemerovo Region, 2 from the Krasnoyarsk Krai), *D. crassifolium* Schrad. ex Spreng. (2 samples from the Irkutsk Region) and *D. grandiflorum* L. (2 samples from the Irkutsk Region). For the first time, the following are indicated: *D. elatum* for the territory of the Kochenevsky District of the Novosibirsk Region, Nizhneingashsky District of the Krasnoyarsk Krai; *D. elatum* subsp. *alpinum* – for the territory of Novosibirsk (in the Novosibirsk Region – not in the same habitat on a par with *D. elatum* s. str.), Kemerovo and Irkutsk Regions; *D. retropilosum* × *D. elatum*, including subsp. *alpinum* (in the Topkinsky District of the Kemerovo Region); *D. grandiflorum* – for the territory of the Bayandaevsky District of the Irkutsk Region; the form of *D. crassifolium* with the presence of glandular pubescence on the sepals (in the Nizhneudinsky District of the Irkutsk Region). Samples of *D. retropilosum*, listed in the Red Book of the Krasnoyarsk territory (2022), have been collected in Bogotolsky and Achinsk Districts near the highway.

Key words: Delphinium, distribution, Southern Urals, Western and Central Siberia.

Растительный покров планеты претерпевает значительные изменения под воздействием хозяйственной деятельности человека. С запада на восток территорию России пересекает автомагистраль с интенсивной нагрузкой. Значительная часть магистрали в последнее время реконструируется и расширяется. Это не может не отражаться на окружающем растительном мире. Нас интересовали виды рода *Delphinium*, произрастающие на прилегающих к автодороге территориях, необходимые для дальнейших исследований молекулярно-генетического полиморфизма рода.

Согласно литературным источникам [1-14] на прилегающих к автомагистрали участках на территории от Челябинской до Иркутской области возможно произрастание восьми видов *Delphinium*: *D. cheilanthum* Fisch. ex DC., *D. crassifolium* Schrad. ex Spreng., *D. dictyocarpum* DC., *D. elatum* L., *D. grandiflorum* L., *D. laxiflorum* DC., *D. litwinowii* Sambuk., *D. retropilosum* (Huth.) Sambuk. При этом *D. elatum* произрастает во всех областях, но с разной частотой, а в Курганской – лишь в отдалённом от маршрута районе. *D. retropilosum* указан для участка маршрута в Новосибирской, Кемеровской обл. и Красноярском крае, *D. dictyocarpum* – в Омской и Новосибирской обл. *D. crassifolium* и *D. grandiflorum* отмечены в Красноярском крае и Иркутской обл. *D. laxiflorum* ранее (1904 г.) был отмечен в окр. Омска [15], а в Новосибирской обл. его ближайшее известное местонахождение удалено от маршрута на 25 км [16]. *D. cheilanthum* указан лишь для Иркутской, *D. litwinowii* – для Челябинской обл.

Ряд источников отмечает большую полиморфность *D. elatum*. Так, для Западной Сибири [1] наиболее распространённым считают ssp. *intermedium* (Soland.) Fleisch. et Lind. В разных регионах встречены его разновидности и формы: var. *giganteum* Serg., var. *gracile* Serg., var. *alpinum* (Waldst. et Kit.) Fiori et Paol., f. *productum* (Huth.) Serg., var. *grandifolium* Serg., f. *grandiflorum* Serg., f. *parviflorum* Serg, var. *glabellum* DC., var. *hispidum* DC., var. *glabrum* Serg. А.В. Положий и В.В. Ревердатто [3], приводя для Красноярского края шесть разновидностей *D. elatum* (var. *giganteum* Serg., var. *glabellum* DC., var. *glabrum* Serg., var. *grandiflorum* Serg., var. *subarcticum* Reverd. et Polozh., var. *alpinum* (Waldst. et Kit.) Serg.), указывают, что форма листовой пластинки является очень нестойким признаком, не имеет связи с определёнными экологическими условиями, географическим положением, характером опушения и поэтому не может служить основанием для выделения рас или подвидов *D. elatum*. В то же время, различия по характеру опушения более стойки, обнаруживая связь с некоторыми другими морфологическими признаками и определёнными экологическими условиями. Отдельные источники [1] отмечают в Западной Сибири разновидности *D. dictyocarpum*: var. *glaberrimum* Trautv., var. *pubiflorum* Trautv. и *D. laxiflorum*: var. *alpinum* Bunge. Другие источники [2, 4, 5], никаких внутривидовых форм у *D. elatum*, как и у прочих видов *Delphinium*, не приводят.

В данной статье приведены данные о встречаемости видов и разновидностей рода *Delphinium* вдоль автомагистрали от Урала до оз. Байкал.

Материалы и методы. В 2021 г. нами была совершена поездка на оз. Байкал по автомагистрали, пересекающей семь областей – Челябинскую, Курганскую, Тюменскую, Омскую, Новосибирскую, Кемеровскую, Иркутскую и Красноярский край. Во время поездки были собраны и загербаризированы образцы видов рода *Delpinium* из местообитаний, прилегающих к автодорогам М5 «Урал» (отрезок Усть-Катав – Миасс – Челябинск), Р254 «Иртыш» (отрезок Челябинск – Курган – Макушино), Е30 (Макушино – Ишим – Омск), Р254 (Омск – Новосибирск), Р255 «Сибирь» (отрезок Новосибирск – Кемерово – Красноярск – Тайшет – Иркутск), 25Н-013 (Иркутск-Баяндай), а/д (Баяндай – Косая Степь – Петрова – Сахюрта – о. Ольхон). В 2023 г. собраны образцы с участка, прилегающего к автодороге Р256 «Чуйский тракт» (отрезок Новосибирск – Барнаул). В случае постоянной встречаемости дельфиниума сборы проводили примерно через каждые 100 км, при более редкой встречаемости – из каждого местообитания. При этом гербаризировали один-три побега и дополнительно – по части соцветия и одному листу из середины побега с 20-30 особей. Из 20-ти местообитаний было собрано 46 образцов побегов, 650 образцов листьев и 650 образцов соцветий. При определении видов и особенностях их распространения предпочтение отдавалось Конспектам флоры и Определителям растений конкретной области [6-10, 12]. Кроме того, обращались к сведениям из более общих сводок [1-5]. Уточнение данных о современном распространении охраняемых видов *Delphinium* проводилось по региональным Красным книгам [11, 13, 14]. Собственные данные были соотнесены с информацией из литературных источников соответствующих территорий.

Результаты и обсуждение. В трёх областях – Курганской, Тюменской и Омской – на прилегающих к автомагистрали территориях виды *Delpinium* нами не были замечены и не собирались. Встреча этих растений у трассы была маловероятна по объективным причинам. В Курганской области произрастает лишь один вид *Delpinium* – *D. elatum* [10], но, как указано выше, лишь на небольшой площади в северо-западной части области, вдали от автомагистрали. В Тюменской обл. магистраль пересекает три района, в одном из них – Ишимском – указан *D. elatum*, других видов для Тюменской обл. не приводится [12]. Автомагистраль проходит в Тюменской и Омской областях по лесостепной зоне, где *D. elatum* очень редок [10]. Для Омской области указаны ещё *D. dictyocarpum* и *D. laxiflorum*. Из ближайших к автомагистрали

местонахождений *D. dictyocarpum* указаны одно старое – в окр. с. Оглухино Крутинского р-на [1], что в 10 км от автодороги Е30, второе – с. Красноярское Любинского р-на [5], рядом с трассой. *D. laxiflorum* более 100 лет тому назад (1904 г.) указывался в окр. г. Омска и несколько севернее – у Красноярки [1]. Но эти местонахождения для обоих видов не подтверждены более поздним мониторингом [11].

Для Челябинской обл. на территории, прилегающей к автомагистрали, отмечаются *D. elatum*, спорадически встречающийся в Ашинском, Катав-Ивановском, Саткинском, Чебаркульском, Красноармейском р-нах и в окр. гг. Златоуста и Миасса, и *D.elatum* subsp. *alpinum* (Waldst. & Kit.) Nyman, изредка встречающийся в Ашинском, Катав-Ивановском, Саткинском р-нах и окр. г. Златоуста. Последний вид указан как *D. alpinum* Waldst. et Kit., но с пометкой, что, вероятно, не заслуживает видового ранга и во многих местонахождениях встречается с *D. elatum* s. str. [8]. Для окр. г. Миасса приведён *D. litwinowii*, но со ссылкой на данные Тюремнова за 1928 г. [8]. Иных сведений о нахождении этого вида на территории Челябинской обл. нет.

Нами собраны образцы *D. elatum* s. str. из трёх местонахождений: Челябинская обл. г. Усть-Катав (к ЮВ от города), трасса М5 «Урал», близ обочины дороги, в прогалах между соснами. 54.884220 N, 58.178249 E. 30.07.2021, 15.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова; Челябинская обл., Саткинский р-н, трасса М5 «Урал», поляна близ обочины дороги. 54.9678 N, 58.98291 E. 30.07.2021, 15.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова; Челябинская обл., г. Миасс (18 км к З-ЮЗ от города), трасса М5 «Урал», близ обочины дороги, в прогалах между деревьями. 55.00704 N, 59.81019 E. 30.07.2021, 15.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова. В исследованных местообитаниях примеси *D. elatum* subsp. *alpinum* не обнаружено.

В самых западных четырёх р-нах Новосибирской обл., через которые пролегает автомагистраль, виды *Delphinium* не значатся, в более восточных р-нах возможна встреча *D. elatum* (Болотнинский, Искитимский, Колыванский, Новосибирский, Убинский р-ны), *D. dictyocarpum* (Искитимский, Каргатский, Колыванский, Коченевский, Чулымский р-ны) и *D. retropilosum* (Болотнинский, Искитимский, Каргатский, Новосибирский р-ны). Для *D. laxiflorum* известно лишь три местонахождения в области, при этом ближайшее – в 25 км южнее автомагистрали, остальные – в 100 и 200 км южнее [6, 13]. Несмотря на то, что три первых указанных вида считаются довольно обычными для территории Новосибирской области – не занесены в Красную книгу [13], ни *D. dictyocarpum*, ни *D. retropilosum* вдоль автомагистрали нами не были замечены и не собирались. *D. elatum* собран из трёх местообитаний: Новосибирская обл., Коченевский р-н, 1,5 км на З от п. Катковский, трасса Р-254 «Иртыш», вдоль обочины дороги, под деревьями. 55.17657 N, 82.74221 E. 01.08.2021, 13.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова; Новосибирская обл., Искитимский р-н, окр. г. Искитим (в сторону Новосибирска), между а/д Р-256 «Чуйский тракт» и лесополосой. 54.6469839 N, 83.2397933 E. 15.07.2023. Leg. А.С. Пархоменко, И.В. Шилова. Det. И.В. Шилова; Новосибирская обл., Новосибирский р-н, п. Ключевой, трасса Р-254 «Иртыш», поляна близ обочины дороги на холмике. 55.14814 N, 82.9351 E. 01.08.2021, 13.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова. При этом для Коченевского р-на *D. elatum* ранее не был указан; в Новосибирском р-не в одном и том же местообитании наравне с *D. elatum* s. str. нами собран *D. elatum* subsp. *alpinum*.

На территории Кемеровской области распространены два вида – *D. elatum* и *D. retropilosum*, из них первый обычен во всех р-нах, а второй встречается редко в р-нах, через которые пролегает автомагистраль, [7]. Из трёх местообитаний в трёх р-нах нами собраны образцы *D.elatum* subsp. *alpinum*: Кемеровская обл., Юргинский р-н, 4 км к ЮЗ от п. Попереченское, трасса Р-255 «Сибирь» (ранее – трасса «Байкал»), поляна близ обочины дороги. 55.48356 N, 85.02853 E. 02.08.2021, 11.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова; Кемеровская обл., Кемеровский р-н, окр. г. Берёзовский, трасса Р-255 «Сибирь» (ранее – трасса «Байкал»), опушка у обочины дороги. 55,5745 N, 86.24941 E. 02.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова; Кемеровская обл., Ижморский р-н, 2 км к В от с. Красный Яр, трасса Р-255 «Сибирь» (ранее – трасса «Байкал»), сырой кочкарник вдоль дороги. 55.89803 N, 86.99429 E. 02.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова.

В Топкинском р-не Кемеровской обл. указаны оба вида – *D. elatum* и *D. retropilosum*. Нами собраны образцы предположительно гибридного происхождения *D. retropilosum* × *D. elatum* (включая subsp. *alpinum*) в местообитании – Кемеровская обл., Топкинский р-н, трасса Р-255 «Сибирь» (ранее – трасса «Байкал»), 1 км к ЮВ после отвилки на Топки, в берёзовой лесополосе вдоль дороги. 11.08.2021. 55.32155 N, 85.62202 E. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова. Подтверждением гибридогенного происхождения образцов служит следующее. У образцов из Топкинского р-на большинство признаков являются типичными для *D. retropilosum*: листовые пластинки почковидные, при основании слегка сердцевидные или широко-клиновидные; стебель ребристый, от основания и до соцветия с щетинистым опушением из белых расширенных книзу волосков; ось соцветия голая; черешки и пластинки с нижней стороны по жилкам и по краю густо, сверху по жилкам редко-щетинисто опушенные; прицветники, прицветнички чашелистики с ресничками по краю. Однако типичные признаки *D. retropilosum* соблюдаются не у всех особей или являются не совсем типичными. Так, у некоторых форма листовой пластинки – округлая с сердцевидным основанием; прицветники не ланцетные или яйцевидно-ланцетовидные, а линейные; прицветнички не овальные, яйцевидные или яйцевидно-ланцетные, а ланцетные или даже линейные; цветоножки не отстояще волосистые, а голые; прицветники, прицветнички и чашелистики голые. Это – признаки *D. elatum*. У части особей в опушении стебля, оси соцветия, цветоножек, чашелистиков присутствуют жёлтые железистые волоски, что свидетельствует о наличии признаков *D. elatum* subsp. *alpinum*. Поскольку для Кемеровской области разновидности и гибриды *Delphinium* не приводятся [7], считаем целесообразным отметить, что на данной территории довольно распространён *D. elatum* subsp. *alpinum*, а также встречается гибрид *D. retropilosum* × *D. elatum* (включая subsp. *alpinum*). Как замечает Н.И. Науменко [10], гибриды первого поколения могут быть плодовитыми, частично или полностью стерильными, что в случае неспособности к вегетативному размножению делает их неконкурентоспособными по отношению к родительским формам. Вследствие этого они плохо удерживаются в естественных сообществах. Однако гибридные растения могут обосноваться в нарушенных местообитаниях, когда гибрид превосходит родителей в адаптивном смысле. Местообитания, непосредственно соседствующие с крупной автомагистралью, как правило, периодически подвергаются нарушениям. Возможно, такое обстоятельство способствовало образованию популяции обнаруженного нами гибрида *Delphinium*.

В Красноярском крае автомагистраль пересекает 11 р-нов. На их территории возможно встретить три вида – *D. elatum, D. crassifolium* и *D. retropilosum* [1, 3, 14]. При этом встреча с *D. elatum* возможна в 10-ти р-нах. Нами его образцы собраны в двух р-нах: Красноярский край, Манский р-н, 2 км к З от д. Кускун, трасса Р-255 «Сибирь» (ранее – трасса «Байкал»), сырое понижение с крапивой вдоль дороги. 55.94756 N, 93.54815 E. 03.08.2021, 10.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова; Красноярский край, Нижнеингашский р-н, 7 км к З от п. Тинской, а/д Р-255 «Сибирь» (ранее – а/д «Байкал»), заросли крапивы на опушке разреженного сосново-берёзового леса вдоль дороги. 56.15476 N, 96.83264 E. 10.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова. На распространение *D. elatum* в Нижнеингашском р-не нет указаний [3], здесь приводится впервые. Несмотря на то, что *D. crassifolium* не считается редким в Красноярском крае [14] и указан для четырёх р-нов, по которым проходит автомагистраль, нами у трассы он не замечен и не собран. *D. retropilosum* указывается для трёх р-нов вдоль нашего маршрута – Боготольского, Ачинского и Нижнеингашского [1, 14]. Хотя в Красноярском крае он считается редким растением, чьи популяции характеризуются малым обилием [14], однако у трассы нами собраны его образцы из двух местообитаний в двух р-нах: Красноярский край, Боготольский р-н, 8 км к З от пересечения трассы с дорогой в Боготоле, в 100 м от трассы Р-255 «Сибирь» (ранее – трасса «Байкал»), под разреженными деревьями сосны и берёзы. Около 60 особей. Вперемешку с аконитом. 56.16092 N, 89.45869 E. 03.08.2021, 11.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова; Красноярский край, Ачинский р-н, 5 км к В от Ачинска, трасса Р-255 «Сибирь» (ранее – трасса «Байкал»), сырое понижение с крапивой и иван-чаем вдоль дороги. 56.26916 N, 90.63285 E. 03.08.2021, 11.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова. Поскольку *D. retropilosum* относится к редким и охраняемым растениям данной территории, требующим поиска новых популяций и мониторинга их состояния, считаем целесообразным сообщить о встреченных популяциях.

На территории Иркутской области обитает шесть видов рода *Delphinium* [9], которые здесь не являются редкими – ни один из них не занесён в Красную книгу [17]. В 14-ти районах, по которым пролегают выше указанные автодороги нашего маршрута, отмечены четыре вида, при этом разновидности и формы не отмечаются [9]. Согласно флористическому районированию территории Иркутской обл. *D. cheilanthum* и *D. grandiflorum* произрастают в АН: Пю-5, т.е. могут быть встречены вдоль автомагистрали в любом из девяти р-нов от Тулунского до Иркутского. Кроме того, последний встречается в АН: Сб – 7, т.е. Ольхонском р-не. *D. crassifolium* и *D. elatum* произрастают в АН: Пз –1, 3; Пю – 4, 5, 6; Сб – 7, т.е. во всех 14-ти р-нах от Тайшетского до Ольхонского, через которые пролегают автодороги нашего маршрута. Нами были собраны образцы *Delphinium* в четырёх р-нах. В двух местообитаниях совместно произрастали особи *D.elatum* s. str. и *D.elatum* subsp. *alpinum*, а именно: Иркутская обл., Тайшетский р-н, 2 км к З от с. Конторка, трасса Р-255 «Сибирь» (ранее – трасса «Байкал»), сырая опушка леса с толстой моховой подушкой вдоль дороги. 56.02695 N, 97.82061 E. 04.08.2021, 10.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова; Иркутская обл., Нижнеудинский р-н, 2 км к С от п. Камышет, а/д Р-255 «Сибирь» (ранее – а/д «Байкал»), опушка вдоль дороги. 55.23291 N, 98.77613 E. 04.08.2021, 10.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова. В одном местообитании – Иркутская обл., Нижнеудинский р-н, 2 км к В от отвилки на Верхний Хингуй, в понижении на откосе дороги. 54.78444 N, 99.46609 E. 04.08.2021, 09.08.2021 – совместно произрастают *D. elatum* subsp. *alpinum* и *D. crassifolium*. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова. На момент сбора особи *D. elatum* subsp. *alpinum* – высокие, по всему стеблю олиственные, сизые, с ветвящимся соцветием растения с синими цветками и имеющимися плодами; особи *D. crassifolium* – низкие растения с малочисленными листьями, приближенными к основанию стебля, нижними – на очень длинных черешках, с узкими соцветиями с цветоножками, прижатыми к оси соцветия, цветущие, но ещё без плодов. Из 30-ти собранных в данном местообитании образцов 13 по габитусу и опушению соответствовали *D. elatum* subsp. *alpinum*, остальные 17 образцов – *D. crassifolium.* У 16 из последних образцов наряду с опушением оси соцветия и цветоножек длинными белыми волосками (от единичных до обильных) и железистыми волосками (довольно густо и густо), что характерно для *D. crassifolium* [3], на чашелистиках отмечается наличие редких или единичных желёзок одновременно с более или менее густым опушением белыми тонкими волосками. У растений этого вида железистое опушение чашелистиков ранее нигде не упоминалось. *D. crassifolium* собран ещё в одном местообитании: Иркутская обл., Баяндаевский р-н, 20 км к ЮЗ от Баяндая, а/д на Ольхон, вдоль зарослей кустарника на опушке леса вдоль дороги. 52.96604 N, 105.74154 E. 05.08.2021, 08.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова. Здесь у растений железистое опушение встречается только на оси соцветия и цветоножках. *D. grandiflorum* собран в двух р-нах: Иркутская обл., Баяндаевский р-н, окр. Баяндая, а/д 25Н-013, между дорогой и забором, напротив АЗС № 35. 53.03783 N, 105.50607 E. 05.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова; Иркутская обл., Ольхонский р-н, северная окраина п. Хужир, у Шаманской скалы, вдоль туристической тропы, на каменистой почве. 53.20181 N, 107.34452 E. 06.08.2021. Leg. А.С. Пархоменко, В.М. Пархоменко. Det. И.В. Шилова. Для территории Баяндаевского р-на *D. grandiflorum* ранее не указывался [9].

Заключение. Из восьми видов *Delphinium* (*D. cheilantum, D. crassifolium, D. dictyocarpum, D. elatum, D. grandiflorum, D. laxiflorum, D. litwinowii, D. retropilosum*), распространённых на территории вдоль автомагистрали от Урала до оз. Байкал, нами собраны образцы четырёх видов – *D. crassifolium, D. elatum, D. grandiflorum* и *D. retropilosum.* При этом наиболее распространённого на территории *D. elatum* собрано 14 образцов (3 – из Челябинской, 3 – из Новосибирской, 3 – из Кемеровской, 3 – из Иркутской областей, 2 – из Красноярского Края), *D. retropilosum* – 3 образца (1 – из Кемеровской обл., 2 – из Красноярского края), по 2 образца *D. crassifolium* (из Иркутской обл.) и *D. grandiflorum* (из Иркутской обл.). Гораздо реже встречающиеся прочие виды *Delphinium* вдоль автомагистрали не были замечены и не собирались.

Образцы из Челябинской обл. принадлежат *D. elatum* s. str., а указанная для данной территории разновидность *D. elatum* subsp. *alpinum* в сборах не присутствовала. В то же время, в Новосибирской и Иркутской обл. в одних местообитаниях встречались лишь особи *D. Elatum* s. str., в других – совместно с subsp. *alpinum*, а в Кемеровской обл. все сборы отнесены к *D. elatum* subsp. *alpinum*. Впервые указываются: *D. elatum* для территории Коченевского р-на Новосибирской обл., Нижнеингашского р-на Красноярского края; *D.elatum* subsp. *alpinum* – для

территории Новосибирской (в Новосибирском р-не в одном и том же местообитании наравне с *D. elatum* s. str.), Кемеровской и Иркутской обл.; *D. retropilosum* × *D. elatum*, включая subsp. *alpinum* (Топкинский р-н Кемеровской обл.); *D. grandiflorum* – для территории Баяндаевского р-на Иркутской обл.; форма *D. crassifolium* с присутствием железистого опушения на чашелистиках (в Нижнеудинском р-не Иркутской обл.). В Боготольском и Ачинском р-нах вблизи автомагистрали собраны образцы редкого вида *D. retropilosum*, занесённого в Красную книгу Красноярского края [14].

Список литературы

1. Флора Западной Сибири. Вып. V, Aizoaceae – Berberidaceae. Томск: Издание Томского Отделения Русского Ботанического Общества, 1931. 258 с.
2. Флора СССР. Т. VII / гл. ред. акад. В.Л. Комаров; ред. VII тома Б.К. Шишкин. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1937. 791 с.
3. Флора Красноярского края. Вып. V, ч. 3. Портулаковые – Луносемянниковые Portulacaceae – Menispermaceae / ред. Л.П. Сергиевская. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1976. 121 с.
4. Флора Центральной Сибири, Т. I. Оноклеевые – Камнеломковые / под ред. Л.И. Малышева и Г.А. Пешковой. Новосибирск: Изд-во «Наука». Сибирское отделение, 1979. 536 с.
5. Флора Сибири. Т. 6: Portulacaceae – Ranunculaceae / Сост. С.А. Тимохина, Н.В. Фризен, Н.В. Власова и др. В 14 т. Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1993. 310 с.
6. Красноборов И.М., Ломоносова М.Н., Шауло Д.Н. и др. Определитель растений Новосибирской области. Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 2000. 492 с.
7. Красноборов И.М., Крапивкина Э.Д., Ломоносова М.Н. и др. Определитель растений Кемеровской области. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 477 с.
8. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). 2005. 595 с.
9. Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения) / [В.В. Чепинога [и др.]; под ред. Л. И. Малышева. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2008. 327 с.
10. Науменко Н.И. Флора и растительность Южного Зауралья: Монография. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2008. 512 с.
11. Красная книга Омской области / Правительство Омской области, Омский государственный педагогический университет; отв. ред.: Г.Н. Сидоров, Н.В. Пликина. 2-е изд., перераб. и доп. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2015. 636 с.
12. Глазунов В.А., Науменко Н.И., Хозяинова Н.В. Определитель сосудистых растений Тюменской области / гл. ред. Н.И. Науменко; ТюмНЦ СО РАН, Тюменский филиал ООО «Газпром проектирование». Тюмень: ООО «РГ «Проспект», 2017. 744 с.
13. Красная книга Новосибирской области: Животные, растения и грибы / Министерство природных ресурсов и экологии Новосибирской области. 3-е изд. перераб. и доп. Новосибирск: Типография Андрея Христолюбова, 2018. 588 с.
14. Степанов Н.В., Антипова Е.М., Антипова С.В., Андреева Е.Б., Бакалин В.А., Горбунова И.А., Данилина Д.М., Иваненко Ю.А., Коновалова М.Е., Конорева Л.А. и др. Красная книга Красноярского края. В 2 т. Т. 2. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / Отв. ред. Н.В. Степанов; 3-е изд., перераб. и доп.; Сибирский фед. ун-т. Красноярск, 2022. 762 с.
15. Свириденко Б.Ф., Переладова Ю.А. Живокость сетчатоплодная (шпорник сетчатоплодный Delphinium dictyocarpum DC.) // Красная книга Омской области / Правительство Омской области, Омский государственный педагогический университет; отв. ред.: Г.Н. Сидоров, Н.В. Пликина. 2-е изд., перераб. и доп. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2015. С. 402.
16. Эрст А.С. Живокость редкоцветная Delphinium laxiflorum DC. (1817) // Красная книга Новосибирской области: Животные, растения и грибы / Министерство природных ресурсов и экологии Новосибирской области. 3-е изд. перераб. и доп. Новосибирск: Типография Андрея Христолюбова, 2018. С. 427.
17. Красная книга Иркутской области. Улан-Удэ: Изд-во ПАО «Республиканская типография», 2020. 552 с.

УДК 502.63
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1513-1517

ПЕРСПЕКТИВЫ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СТЕПНЫХ И ПУСТЫННЫХ ЛАНДШАФТОВ

PROSPECTS OF SATELLITE MONITORING OF STEPPE AND DESERT LANDSCAPES

Шинкаренко С.С., Барталев С.А.
Shinkarenko S.S., Bartalev S.A.

Институт космических исследований РАН, Москва, Россия
Space Research Institute RAS, Moscow, Russia

E-mail: shinkarenko@mail.smislab.ru

Аннотация. В статье представлены результаты картографирования состояния пастбищной растительности в зоне сухих и опустыненных степей, северных пустынь Северного Прикаспия. Исследования состояния изучаемых ландшафтов основываются на использовании данных дистанционного зондирования Земли из космоса и выборочных наземных измерениях проективного покрытия и фитомассы. Мониторинг состояния степных и пустынных ландшафтов с использованием спутниковых данных включает: анализ сезонной и многолетней динамики состояния ландшафтов, выявление процессов опустынивания, картографирование типа, проективного покрытия и фитомассы растительности, идентификацию выгоревших площадей, а также анализ влияния различных природных и антропогенных факторов на ландшафты. Показаны предложенные методы и полученные на их основе результаты спутникового мониторинга указанных процессов.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, Landsat, MODIS, Sentinel-2, опустынивание, юг России, степные пожары.

Abstract. The article presents the results of mapping the condition of pasture vegetation in the zone of dry and desert steppes, northern deserts of the North Caspian. The research on the condition of the studied landscapes is based on the use of remote sensing data from space and selective ground measurements of projective cover and phytomass. Satellite monitoring of the state of steppe and desert landscapes includes: analysis of seasonal and multi-year dynamics of landscape conditions, identification of desertification processes, mapping of vegetation type, projective cover, and phytomass, identification of burnt areas, as well as analysis of the influence of various natural and anthropogenic factors on these processes. The proposed methods and the results of satellite monitoring of these processes based on them are shown.

Key words: remote sensing, Landsat, MODIS, Sentinel-2, desertification, South of Russia, steppe fires.

Введение. Естественные степные и пустынные ландшафты используются преимущественно для пастбищного животноводства. Их состояние достаточно динамично под влиянием различных факторов: изменений гидротермических условий, выпаса скота, техногенных нарушений и природных пожаров. Нерациональное использование степных и пустынных ландшафтов, например, чрезмерные пастбищные нагрузки, приводят к деградации растительного и почвенного покрова [1-3]. Отсутствие выпаса при очень низкой численности диких копытных приводит к накоплению растительной ветоши и, как следствие, регулярным степным пожарам, существенно влияющим на биоту и почвы [4-6], а также спектрально-отражательные характеристики подстилающей поверхности [7], что может приводить к изменениям процессов атмосферной циркуляции на региональном уровне [8]. На легких по гранулометрическому составу почвах в результате воздействия комплекса негативных факторов усиливаются процессы дефляции вплоть до полной утраты растительного покрова [9], что влечет масштабные пыльные бури [10], из-за которых многократно увеличивается площадь открытых песков и дефлированных пастбищ [11]. После сильнейшей засухи 2020 г. подобные явления практически ежегодно отмечаются на юго-востоке европейской России: в Калмыкии [1, 9] и Дагестане [12], Ставропольском крае [13], Астраханской области [14]. По этим причинам требуются методы мониторинга состояния степных и пустынных пастбищных ландшафтов, которые обеспечивали бы возможность не только оценивать последствия воздействия комплекса негативных факторов, но и давали возможность их предотвратить. Бесспорными преимуществами здесь обладают данные дистанционного зондирования Земли из космоса, т.к. позволяют обеспечить единовременный оперативный широкомасштабный мониторинг состояния ландшафтов.

Цель работы заключается в обобщении опыта спутникового мониторинга состояния степных и пастбищных ландшафтов, имеющегося в ИКИ РАН. Направления исследований можно сгруппировать следующим образом: мониторинг сезонной и многолетней динамики состояния ландшафтов, выявление процессов опустынивания, картографирование типа, проективного покрытия и фитомассы растительности, идентификация выгоревших площадей, а также анализ влияния различных природных и антропогенных факторов на эти процессы. Особенно актуальными подобные исследования становятся вследствие необходимости разработки национальной системы мониторинга климатически активных веществ, для чего требуются технологии широкомасштабного картографирования пулов и потоков углерода в степных и пустынных экосистемах.

Материалы и методы. Изучаемый регион расположен в Северном Прикаспии, относится к сухим и опустыненным степям и северным пустыням и полностью или частично включает: Астраханскую, Волгоградскую, Саратовскую области, Республики Дагестан, Калмыкия, Чеченская, Ставропольский край в России, а также Атыраускую, Западно-Казахстанскую и Актюбинскую области Казахстана. Исследования состояния пастбищных степных и пустынных ландшафтов основываются на использовании спутниковых изображений различного пространственного разрешения: VIIRS, MODIS, Landsat 5-9, Sentinel-2. Также используются наземные опорные данные, получаемые на основе натурных исследований, которые включают геоботанические описания растительности, определение проективного покрытия и фитомассы, в некоторых случаях аэросъемку с использованием беспилотных летательных аппаратов. На основе спутниковой и наземной опорной информации строятся зависимости спектрально-отражательных и структурных характеристик растительности разных типов, фитомассы и сомкнутости. Также используются различные алгоритмы классификации спутниковых изображений, в том числе с использованием методов машинного обучения. Важную роль в этих исследованиях играет сервис доступа и обработки данных дистанционного зондирования Вега-Science [15], функционирующий в рамках ЦКП «ИКИ-Мониторинг» [16].

Результаты и обсуждение. Зональная естественная растительность сухостепных, пустынно-степных и северо-пустынных ландшафтов отличается сезонной динамикой фотосинтезирующей фитомассы с двумя пиками в периоды оптимальных для вегетации условий – май-июнь и сентябрь-октябрь. Под влиянием выпаса, пожаров и гидротермических условий даты и амплитуда каждого из пиков могут существенно меняться. Для пастбищ изучаемых регионов в 2001-2020 гг. установлена значимая положительная корреляция максимальных и средних значений вегетационного индекса NDVI за вегетационный период с суммами осадков за гидрологический год на 98 % площади пастбищ, для 44,5% пастбищ – наиболее сильная отрицательная корреляция с температурами воздуха, ещё для 55% – с пастбищными нагрузками. На площади в 20 млн га (24% исследованных пастбищ) отмечен значимый отрицательный тренд среднего значения NDVI за вегетационный сезон. Для 72% пастбищ характерны отрицательные тренды сумм осадков, на 83 % пастбищ выявлен значимый тренд роста нагрузок, также для 59% пастбищ отмечен положительный тренд увеличения максимальной за вегетационный сезон температуры [17].

На уровне жизненных форм и экологических групп пастбищной растительности опустыненных степей и северных пустынь выявлены значимые различия в спектральной яркости в видимом и ближнем ультрафиолетовом диапазонах, обусловленные структурными и физиологическими различиями. Внутри видов одной жизненной формы значимых различий спектрально-отражательных характеристик не выявлено [18]. Для большинства растительных сообществ характерна значимая корреляционная связь натурно измеренных фитомассы и проективного покрытия с вегетационными индексами, рассчитанными по спутниковым данным, что даёт возможность использовать их для картографирования продуктивности пастбищ. Наиболее сильная значимая корреляционная связь фитомассы ($R=0,74$, $p<0,001$) и проективного покрытия ($R=0,76$, $p<0,001$) отмечена со значениями NDVI (Sentinel-2). Из-за облачности и недостаточной частоты спутниковых наблюдений системами с высоким пространственным разрешением зачастую не удается получить данные дистанционного зондирования на даты проведенных полевых измерений. В этом случае могут использоваться композитные изображения с устраненным влиянием облачности, основанные на данных MODIS [19] или Sentinel-2 [20]. Также была предпринята попытка использования аэросъемки с БПЛА для более объективного определения степени покрытия пастбищной растительности. Проективное покрытие определялось на основе данных аэрофотосъемки в видимом диапазоне, которая

проводилась в апреле, июле и октябре 2023 г. на севере Дагестана. Установлены значимые зависимости коэффициентов спектральной яркости и вегетационных индексов NDVI, SAVI, PVI, EVI по данным Sentinel-2 в соответствии с проективным покрытием растительности. При этом сила связи в апреле значительно выше по сравнению с летним и осенним периодами, несмотря на меньшую фитомассу исследуемых растительных сообществ в этом месяце.

Значительную актуальность имеют исследования динамики площадей открытых песков и дефлированных территорий, лишенных растительного покрова из-за воздействия комплекса негативных факторов: засух, чрезмерных пастбищных нагрузок и ветров. Подобные исследования ведутся на основе различных спутниковых систем: MODIS [1, 8, 21], Landsat [11], Sentinel-2 [12-14]. Получение разновременных карт пастбищ без растительного покрова дает возможность исследовать изменения их площадей (сезонные и многолетние), выявлять участки с восстанавливающимся или деградирующим растительным покровом, определять возраст очагов подвижных песков или длительность сукцессий на зарастающих песчаных массивах. На конец мая 2023 г. в российской части Северного Прикаспия идентифицировано около 250 тыс. га открытых песков и дефлированных площадей.

Также разработан метод полуавтоматического картографирования соровых понижений и солончаков, основанный на многолетних данных Landsat [23]. Полученная на основе разработанного метода площадь соров и солончаков около 245 тыс. га достаточно точно согласуется с результатами экспертного дешифрирования в 249 тыс. га [24]. Растительность на солончаках либо отсутствует, либо достаточно разрежена и представлена наиболее солеустойчивыми видами, что является следствием их природных особенностей. Поэтому подобные объекты должны анализироваться отдельно при исследованиях площадей пастбищ, лишенных растительности в результате воздействия комплекса негативных факторов [25].

В зональных ландшафтах Северного Прикаспия за 1998-2020 гг. на основе экспертного дешифрирования идентифицировано более 30 тыс. контуров природных пожаров. Большая часть площади пройдена огнем очень крупных пожаров площадью более 25 тыс. га каждый, а самые крупные гари имели площадь более 500 тыс. га. После 2010 г. горимость территории существенно снизилась, что связано в первую очередь с ростом поголовья скота, а во вторую — с ухудшением гидротермических условий. В засушливых условиях погода влияет на пожарный режим не как фактор для распространения огня, а как фактор для накопления достаточного количества горючего материала. Поэтому снижение сумм осадков, рост температур и пастбищных нагрузок способствуют снижению количества и площадей пожаров из-за уменьшения запасов растительной мортмассы [4, 6]. Полученные результаты кроме данных о динамике выгоревших площадей позволяют определить продолжительность пирогенных сукцессий, что даст возможность изучить закономерности изменения состояния ландшафтов после пожаров разных лет с учетом их повторяемости.

Заключение. Разрабатываемые методы спутникового мониторинга и полученные на их основе данные о состоянии степных и пустынных ландшафтов крайне важны для понимания закономерностей их динамики под влиянием природных и антропогенных факторов. Тем не менее ограниченность доступных достоверных однородных опорных наземных данных является ключевой проблемой для расширения как территории исследований, так и повышения точности получаемых результатов.

Работа выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения «Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6). Обработка данных ДЗЗ осуществлялась с использованием ресурсов ЦКП «ИКИ-Мониторинг» (Лупян и др., 2015), развиваемого и поддерживаемого в рамках темы «Мониторинг» (госрегистрация № 122042500031-8).

Список литературы

1. Титкова Т.Б., Золотокрылин А.Н. Мониторинг подверженных опустыниванию земель Республики Калмыкия // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 2. С. 130-141. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-2-130-141

2. Dedova E.B., Goldvarg B.A., Tsagan-Mandzhiev N.L. Land Degradation of the Republic of Kalmykia: Problems and Reclamation Methods // Arid Ecosystems. 2020. Vol. 10. No. 2. P. 140-147. DOI: 10.1134/S2079096120020043

3. Tyutyuma N.V., Bulakhtina G.K., Tyutyuma N.A. Anthropogenic Factors of Desertification of Arid Territories of the Astrakhan Region // Arid Ecosystems. 2023. Vol. 13. No. 1. P. 45-49. DOI 10.1134/S207909612301016X

4. Шинкаренко С.С., Дорошенко В.В., Берденгалиева А.Н. Динамика площади гарей в зональных ландшафтах юго-востока европейской части России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 122-133. DOI 10.31857/S2587556622010113.

5. Павлейчик В.М. Широтно-зональная неоднородность развития травяных пожаров в Заволжско-Уральском регионе // Бюл. Оренбургского науч. центра УрО РАН. 2019. № 2. С. 1-14. DOI: 10.24411/2304-9081-2019-12013.

6. Павлейчик В.М., Сивохип Ж.Т., Падалко Ю.А. Региональные особенности формирования пирологических обстановок в степях Северной Евразии на основе данных FIRMS // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2023. Т. 29. № 1. С. 423-436. DOI 10.35595/2414-9179-2023-1-29-423-436.

7. Шинкаренко С.С. Изменение спектрально-отражательных характеристик зональных ландшафтов Северного Прикаспия при пирогенном воздействии // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 3. С. 192-206. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-3-192-206

8. Золотокрылин А.Н., Титкова Т.Б. Тенденция опустынивания Северо-Западного Прикаспия по MODIS-данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 2. С. 217-225.

9. Yuferev V.G., Silova V.A, Tkachenko N.A. Remote Monitoring of Desertification in Kalmykia // Arid Ecosystems. 2023. Vol. 13. No. 1. P. 39-44. DOI 10.1134/S2079096123010171.

10. Шинкаренко С.С., Ткаченко Н.А., Барталев С.А., Юферев В.Г., Кулик К.Н. Пыльные бури на юге европейской части России в сентябре-октябре 2020 года // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 5. С. 291-296.

11. Шинкаренко С.С., Барталев С.А. Берденгалиева А.Н., Дорошенко В.В. Спутниковый мониторинг процессов опустынивания на юге европейской России в 2019-2022 гг. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 5. С. 319-327. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-5-319-327.

12. Биарсланов А.Б., Шинкаренко С.С., Гаджиев И.Р. Картографирование и анализ сезонной динамики площадей опустынивания на севере Дагестана по ежемесячным композитам Sentinel-2 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20. № 1. С. 160-175. DOI 10.21046/2070-7401-2023-20-1-160-175.

13. Дорошенко В.В. Динамика площади открытых песков на северо-востоке Ставропольского края в 2022 г // Географический вестник. 2023. № 4(67). С. 127-136. DOI 10.17072/2079-7877-2023-4-127-136.

14. Дорошенко В.В., Мелихова А.В. Оценка проявлений опустынивания в Астраханском Заволжье по данным дистанционного зондирования Земли // Известия НВ АУК. 2023. № 2(70). С. 239-246. DOI 10.32786/2071-9485-2023-02-27.

15. Loupian E., Burtsev M., Proshin A., Kashnitskii A., Balashov I., Bartalev S., Konstantinova A., Kobets D., Radchenko M., Tolpin V., Uvarov I. Usage Experience and Capabilities of the VEGA-Science System // Remote Sensing. 2022. Vol. 14. No. 1. P. 77. DOI: 10.3390/rs14010077

16. Лупян Е.А., Прошин А.А., Бурцев М.А., Балашов И.В., Барталев С.А., Ефремов В.Ю., Кашницкий А.В., Мазуров А.А., Матвеев А.М., Суднева О.А., Сычугов И.Г., Толпин В.А., Уваров И.А. Центр коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 263-284.

17. Шинкаренко С.С., Барталев С.А. Многолетняя динамика NDVI аридных пастбищных ландшафтов Европейской России и сопредельных территорий // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 6. С. 108-123. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-6-108-123.

18. Шинкаренко С.С., Барталев С.А. Анализ влияния видового состава, проективного покрытия и фитомассы растительности аридных пастбищных ландшафтов на их спектрально-отражательные свойства по данным наземных измерений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20. № 3. С. 176-192. DOI: 10.21046/2070-7401-2023-20-3-176-192.

19. Миклашевич Т.С., Барталев С.А., Плотников Д.Е. Интерполяционный алгоритм длинных временных рядов спутниковых наблюдений растительного покрова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 6. Р. 143-154. DOI: 10.21046/ 2070-7401-2019-16-6-143-154.

20. Кашницкий А.В., Бурцев М.А., Прошин А.А. Технология создания безоблачных композитных изображений по данным спутников серии Sentinel-2 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 5. С. 76-85. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-5-76-85

21. Шинкаренко С. С., Барталев С. А. Оценка площади опустынивания на юге европейской части России в 2021 г. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 4. С. 291-297. DOI 10.21046/2070-7401-2021-18-4-291-297.

22. Шинкаренко С.С., Барталев С.А. Картографирование соровых понижений и солончаков в Северном Прикаспии на основе многолетних данных Landsat // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20. № 5. С. 153-165. DOI: 10.21046/2070-7401-2023-20-5-153-165.

23. Берденгалиева А.Н., Дорошенко В.В., Мелихова А.В. Анализ пространственного распределения соровых понижений в Северном Прикаспии // Научно-агрономический журнал. 2023. № 4. С. 41-50. DOI: 10.34736/FNC.2023.123.4.006.41-45.

24. Шинкаренко С.С., Выприцкий А.А., Васильченко А.А., Берденгалиева А.Н. Анализ влияния антропогенных нагрузок на процессы опустынивания в Северном Прикаспии по спутниковым данным // Исследование Земли из космоса. 2023. № 3. С. 44-57. DOI 10.31857/S0205961423030065.

УДК 502.753:582.998.1 (471.61)
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1518-1526

ЭНДЕМИЧНЫЙ ВИД SERRATULA TANAITICA P.A. SMIRN. (СЕМ. ASTERACEAE) В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ENDEMIC SPECIES SERRATULA TANAITICA P.A. SMIRN. (FAMILY ASTERACEAE) IN THE ROSTOV REGION

Шмараева А.Н., Макарова Л.И.
Shmaraeva A.N., Makarova L.I.

Ботанический сад Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Россия
Botanical Garden of the Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

E-mail: anshmaraeva@sfedu.ru

Аннотация. Приводятся результаты изучения ареала и ценопопуляций эндемичного вида *Serratula tanaitica* P.A. Smirn. [*Klasea radiata* (Waldst. et Kit.) Á. Löve et D. Löve subsp. *tanaitica* (P.A. Smirn.) L. Martins] (сем. Asteraceae). *Serratula tanaitica* – волжско-донской эндемик, имеющий в Красной книге Ростовской области категорию статуса редкости 1б как вид, находящийся под угрозой исчезновения, и в силу крайне ограниченного числа местонахождений находящийся в состоянии высокого риска утраты. Вид включён в Красную книгу Российской Федерации. В настоящее время в Ростовской области достоверно известно единственное местонахождение *Serratula tanaitica*. Оно находится на Донецком кряже на особо охраняемой природной территории «Урочище Чёрная балка», которое расположено в центре Белокалитвинского района на правом берегу р. Северский Донец южнее хутора Какичева. Локальная популяция *Serratula tanaitica* в «Урочище Чёрная балка» состоит из двух ценопопуляций общей площадью 5000 м^2. Одна ценопопуляция обитает в каменистой степи, её плотность составляет 12,1 особей на 1 м^2; другая – в сообществе переходного типа – от каменистой степи к опушечному фитоценозу, её плотность – 38,0 особей на 1 м^2. Локальная популяция в целом характеризуется удовлетворительными показателями численности, плотности, жизненности особей, что свидетельствует о благоприятных эколого-ценотических условиях среды её обитания.

Ключевые слова: *Serratula tanaitica* P.A. Smirn. [*Klasea radiata* (Waldst. et Kit.) Á. Löve et D. Löve subsp. *tanaitica* (P.A. Smirn.) L. Martins], Ростовская область, Красная книга, особо охраняемая природная территория «Урочище Чёрная балка», ценопопуляция.

Abstract. The results of studying the range and coenopopulations of the endemic species *Serratula tanaitica* P.A. Smirn. [*Klasea radiata* (Waldst. et Kit.) Á. Love et D. Love subsp. *tanaitica* (P.A. Smirn.) L. Martins] (fam. Asteraceae) are presented. *Serratula tanaitica* is a Volga-Don endemic, having a rarity status category of 1b in the Red List of the Rostov region as an endangered species, and due to an extremely limited number of locations, it is at high risk of loss. The species is included in the Red List of the Russian Federation. Currently, the only location of *Serratula tanaitica* is reliably known in the Rostov region. It is located on the Donetsk Ridge in the specially protected natural area «Urochishe Chernaya Balka», which is located in the center of the Belokalitvinsky district on the right bank of the river Seversky Donets south of the farm Kakichev. The local population of *Serratula tanaitica* in the Chernaya Balka tract consists of two coenopopulations with a total area of 5000 sq. m. One coenopopulation lives in the rocky steppe, its density is 12,1 individuals per 1 sq. m; the other is in a transitional type community from rocky steppe to forest edge phytocoenosis, its density is 38,0 individuals per 1 sq. m. The local population as a whole is characterized by satisfactory indicators of the number, density, and vitality of individuals, which indicates favorable ecological and coenotic conditions of its habitat.

Key words: *Serratula tanaitica* P.A. Smirn. [*Klasea radiata* (Waldst. et Kit.) Á. Löve et D. Löve subsp. *tanaitica* (P.A. Smirn.) L. Martins], Rostov region, Red List, specially protected natural area «Urochishe Chernaya Balka», coenopopulation.

Введение. Серпуха донская – *Serratula tanaitica* P.A. Smirn. [*Klasea radiata* (Waldst. et Kit.) Á. Löve et D. Löve subsp. *tanaitica* (P.A. Smirn.) L. Martins] (сем. Asteraceae) *(рисунок 1)* – волжско-донской эндемик, имеющий в Красной книге Ростовской области [1] категорию статуса редкости 1б как вид, находящийся под угрозой исчезновения, и в силу крайне ограниченного числа местонахождений находящийся в состоянии высокого риска утраты. Вид включён в Приложение I к Бернской конвенции [2] и в Красную книгу Российской Федерации [3, 4], охраняется на территории сопредельного с Ростовской области региона – Волгоградской области [5].

Единственная известная в настоящее время в Ростовской обл. природная локальная популяция *S. tanaitica* находится на особо охраняемой природной территории (ООПТ) «Урочище

Чёрная балка», которая относится к категории охраняемых ландшафтов Ростовской области [6]. ООПТ имеет площадь 522,9 га, расположена в центре Белокалитвинского р-на на правом берегу р. Северский Донец южнее хут. Какичева; занимает балку Чёрную, урочище Гребенные горы (так называемые «Две сестры») и степной участок между ними *(рисунок 2)*.



Рисунок 1. Цветение Serratula tanaitica на ООПТ «Урочище Чёрная балка». 23.05.2023 г.



Рисунок 2. ООПТ «Урочище Чёрная балка», Гребенные горы – местонахождение Serratula tanaitica, каменистая степь. 25.08.2023 г.

«Урочище Чёрная балка» представляет собой уникальный по красоте и живописности ландшафт с извилистой долиной Северского Донца, крутым каменистым правым берегом реки, узкими облесёнными балками, полосой прибрежной нагорной дубравы и ковыльными степями.

Научная ценность ООПТ определяется высоким уровнем биологического разнообразия микобиоты, флоры и фауны. На этой территории представлен типичный для северодонецкой долины комплекс экосистем – эталонные упрощённые и простые байрачные и нагорные дубравы с участием группы светлолесных ксеротермических реликтов; пойменный лес в устье балки Чёрной, впадающей в р. Северский Донец; кустарниковые заросли, каменистые ковыльные степи; тимьянники, в составе которых обитают как широко распространённые петрофиты, так и редкие перигляциальные реликты [7]. По предварительным данным флора ООПТ насчитывает 469 видов семенных растений, в том числе 27 «краснокнижных» таксонов, включая 10, внесённых в Красную книгу Российской Федерации [4, 8].

Материалы и методы. Объектом исследования являлась локальная популяция эндемичного «краснокнижного» вида Ростовской области *S. tanaitica*. Это многолетняя трава высотой 40-70 см, с тонкими шнуровидными корнями и коротким (1-2 см) корневищем. Генеративные побеги неветвящиеся, со скученными в прикорневой розетке и в нижней части стебля листьями и единственной верхушечной корзинкой на безлистном цветоносе. Стебли бороздчатые, у основания с волокнистыми остатками черешков старых листьев, как и листья голые или почти голые. Листья длиной 7-25 см, черешковые, в очертании эллиптические, перисторассечённые, их сегменты линейно-ланцетные, серповидно изогнутые, цельнокрайные, по краям с мелкими прозрачными хрящеватыми зубчиками. Обёртка корзинки сплюснуто-яйцевидная, 1,5-2 см в диаметре, тёмно-зелёная, в сухом состоянии зеленовато-жёлтая. Листочки обёртки заострённые, нижние и средние с короткой отогнутой тёмной верхушкой. Цветки пятичленные, спайнолепестные. Венчик длиной 18-20 мм, бледно-фиолетовый, его трубка короче отгиба. Семянки черноватые, гладкие, с рыжеватым хохолком.

S. tanaitica – эндемик юга Русской равнины. Вид распространён в бассейнах Волги и Дона (Самарская, Саратовская, Ульяновская, Оренбургская, Ростовская, Волгоградская, Белгородская области и Луганская Народная Республика (Стрельцовское отделение Луганского природного заповедника) [5, 9-15]. В Ростовской области вид очень редок, в настоящее время достоверно известно его единственное местонахождение, которое расположено на Донецком кряже в Белокалитвинском р-не в окрестностях хут. Какичева на склонах правого коренного берега р. Северский Донец *(рисунок 3)* [1, 16].

S. tanaitica – мезоксерофит, гелиофит, кальцефил, факультативный меловик. Растёт на более или менее задернованных остепнённых меловых склонах и на выходах других карбонатных пород – мергеля, опок, опоковидных карбонатных песчаников. Это насекомоопыляемое растение, размножается семенами, семена сильно повреждаются насекомыми. Цветёт вид в мае-начале июня, плодоносит в июне-начале июля.

Лимитирующими факторами для природных популяций серпухи донской являются природно-историческая редкость, узкая экологическая амплитуда, низкая конкурентоспособность, географическая изолированность, антропогенные нарушения среды обитания (выпас скота, степные палы, рекреация).

S. tanaitica охраняется *in situ* (в естественной среде) на ООПТ областного значения «Урочище Чёрная балка» (Белокалитвинский р-н) [17, 18].

С 2018 г. серпуха донская охраняется также *ex situ* (в условиях культуры) в составе коллекции редких и исчезающих видов растений Ростовской области на ООПТ федерального значения «Ботанический сад Южного федерального университета». Площадь интродуцированной микропопуляции составляет около 15 м^2, численность – более 40 генеративных особей *(рисунок 4)*. В условиях интродукции растения *S. tanaitica* нормально растут и развиваются (в срок проходят все фенологические фазы), достигают крупных размеров, обильно цветут и плодоносят, полевая всхожесть семян достигает 28,8%; всё это свидетельствует об адаптации *S. tanaitica* к условиям Ботанического сада и перспективности сохранения генофонда этого вида *ex situ* [19, 20].



Рисунок 3. Местонахождение *Serratula tanaitica* в Ростовской области.



Рисунок 4. Цветение *Serratula tanaitica* в коллекции Ботанического сада ЮФУ (22.05.2023 г.).

На территории ООПТ «Урочище Чёрная балка» были выявлены и описаны две ценопопуляции (ЦП) *S. tanaitica*. Описание ЦП проводилось в соответствии с методикой мониторинга «краснокнижных» растений Ростовской области [21]. Эта методика включает: геоботаническое описание растительного сообщества, компонентом которого является конкретный редкий вид, по стандартным программам русской геоботанической школы для сообществ травяных (наземных и водных) и древесно-кустарниковых типов растительности [22]; определение площади, плотности (или тотальный подсчёт особей в малых ЦП), численности и возрастного состава ЦП [23]; определение жизненности вида по внешним параметрам особей (измерение, статистическая обработка таких параметров как количество и высота генеративных побегов, диаметр куста, наличие повреждений и др.); определение способа самоподдержания ЦП, сбор материала для подсчёта реальной семенной продуктивности особей [24], выявление основных форм антропогенного воздействия на местообитание ЦП и др.

Результаты исследований и их обсуждение. В *таблице 1* представлены основные параметры двух ценопопуляций.

Таблица 1

Сравнительная характеристика двух ценопопуляций *Serratula tanaitica* на ООПТ «Урочище Чёрная балка»

№ п/п	Тип растительного сообщества	Название ассоциации	Кол-во видов в ассоциации, шт.	Общее проективное покрытие, %	Площадь ЦП, м^2	Плотность ЦП, шт. на 1 м^2	Кол-во генеративных особей в ЦП, %	Кол-во вегетативных особей в ЦП, %
ЦП 1	Каменистая степь	*Festuca valesiaca* + *Serratula tanaitica* – *Elytrigia stipifolia* + петрофильное разнотравье	68	70	1000	12,1 (9-26)	50,4	49,6
ЦП 2	Сообщество переходного типа: от каменистой степи к опушечному сообществу	*Stipa zalesskii* + опушечно-степное разнотравье	82	90	4000	38,0 (24-52)	43,9	56,1

Далее в тексте приводится развёрнутая характеристика обеих ЦП *S. tanaitica*.

Ценопопуляция 1

Местонахождение: Белокалитвинский р-н, 1,5 км южнее хут. Какичева, правый коренной берег р. Северский Донец, крутой каменистый склон северной экспозиции, ООПТ «Урочище Чёрная балка».

Почвы*:* смытый южный чернозём на известняковой подпочве.

Описание растительности*:* каменистая степь, ассоциация: *Festuca valesiaca* + *Serratula tanaitica – Elytrigia stipifolia* + петрофильное разнотравье.

Ярусность: вертикальная структура растительного покрова трёхъярусная. Первый ярус (до 120 см) образуют степные кустарники: *Astragalus cornutus* Pall., *Rosa canina* L. s. l., *R. caryophyllacea* Bess., *Spiraea hypericifolia* L., *Caragana frutex* (L.) K. Koch, *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt и др.; второй ярус (до 70 см) состоит из *Serratula tanaitica*, *Bromopsis riparia* (Rehm.) Holub, *Stipa ucrainica* P.A. Smirn., *Elytrigia stipifolia* (Czern. ex Nevski) Nevski и др.; третий ярус (до 40 см) – из *Festuca valesiaca* Gaudin s. str., *Allium globosum* M. Bieb. ex Redouté, *A. rotundum* L., *Teucrium polium* L., *Euphorbia seguieriana* Neck. и др.

Общее проективное покрытие – 70 %. Напочвенный покров образуют мхи и лишайники.

Флористический состав ассоциации (наиболее характерные виды на момент наблюдения – конец мая, все виды расположены в порядке латинского алфавита, полужирным шрифтом выделены «краснокнижные» таксоны, обилие указано по шкале Друде):

1. *Agropyron pectinatum* – sp3
2. *Ajuga genevensis* – sp1
3. ***Allium globosum*** – sp3
4. *A. rotundum* – sp3
5. *Alyssum tortuosum* – sp3
6. *Anthriscus cerefolium* – sp3
7. *Arabidopsis pumila* – sp3
8. *Arabis glabra* – sp1
9. *A. recta* – sp3
10. *Arenaria serpyllifolia* – sp3
11. *Astragalus albicaulis* – sp1
12. ***A. calycinus*** – sp 1
13. *A. cornutus* – sp3
14. *A. pseudotataricus* – sp1
15. *Bromopsis riparia* – sp3
16. *Campanula sibirica* – sp2
17. *Caragana frutex* – sp3
18. *Cerasus mahaleb* – sol
19. *Coronilla varia* – sp1
20. *Cotinus coggygria* – sol
21. *Cotoneaster melanocarpus* – sp2
22. ***Delphinium puniceum*** – sp3
23. *Dictamnus gymnostylis* – sp3
24. ***Elytrigia stipifolia*** – cop1
25. *Eryngium campestre* – sp1
26. *Erysimum canescens* – sp2
27. *Euphorbia seguieriana* – sp3
28. *Falcaria vulgaris – sp3*
29. *Festuca valesiaca* – cop2
30. *Filipendula vulgaris* – sp3
31. ***Fritillaria ruthenica*** – sp3
32. *Galium octonarium* – sp2
33. *G. verum* – sp2
34. *Hylotelephium stepposum* – sp1
35. *Hypericum perforatum* – sp1
36. *Isatis campestris* – sp1
37. *Lamium amplexicaule* – sp2
38. *Melandrium latifolium* – sp2
39. *Onobrychis arenaria* – sp1
40. *Pilosella echioides* – sp2
41. *Poa angustifolia* – sp3
42. *P. crispa* – sp2
43. *P. stepposa* – sp3
44. *Potentilla astracanica* – sp2
45. *Pterotheca sancta* – sp1
46. *Ranunculus illyricus* – sp1
47. *Rosa canina* – sp3
48. *R. caryophyllacea* – sp3
49. ***Serratula tanaitica*** – cop1
50. *Sisymbrium polymorphum* – sp2
51. *Spiraea hypericifolia* – sp3
52. *Stachys atherocalyx* – sp3
53. *Stipa lessingiana* – sp3
54. ***S. ucrainica*** – sp3
55. *Swida sanguinea* – sol
56. *Thalictrum minus* – sp3
57. *Teucrium polium* – sp3
58. *Thlaspi perfoliatum* – sp2
59. *Thymus dimorphus* – sp3
60. *Tulipa biebersteiniana* – sp2
61. *Verbascum lychnitis* – sp2
62. *V. phoeniceum* – sp3
63. *Veronica jacquinii* – sp3
64. *V. praecox* – sp3
65. *V. spicata* – sp3
66. *Vinca herbacea* – sp3
67. *Vincetoxicum albowianum* – sp2
68. *Viola arvensis* – sp3

ЦП 1 серпухи донской находится в средней части крутого склона северной экспозиции глубокой балки, пересекающей правый коренной берег р. Северский Донец; обитает в составе каменистой степи, общее проективное покрытие которой составляет 70 %. В ассоциации доминирует мелкодерновинный злак – *Festuca valesiaca*, а содоминантами выступают «краснокнижные» виды *S. tanaitica* и *Elytrigia stipifolia*. Петрофильное разнотравье разнообразно по видовому составу. Существенную ценозообразующую роль в ассоциации играют степные кустарники *Astragalus cornutus*, *Caragana frutex*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Rosa canina*, *R. caryophyllacea*, *Spiraea hypericifolia*.

В составе ассоциации, кроме серпухи донской, отмечаются шесть других «краснокнижных» видов: *Allium globosum*, *Astragalus calycinus* M. Bieb., *Delphinium puniceum* Pall., *Elytrigia stipifolia*, *Fritillaria ruthenica* Wikstr. и *Stipa ucrainica.*

Площадь ЦП 1 составляет 1000 м^2, плотность – 12,1 (9-26) особей на 1 м^2. По возрастной структуре ЦП 1 относится к нормальным, зрелым, так как в её составе отмечено незначительное преобладание генеративных растений (50,4%).

Генеративные экземпляры имеют крупные размеры. На одном растении образуется до шести цветоносных побегов, высота которых варьирует от 51 см до 65 см. Фактов поражения растений болезнями и вредителями не выявлено. В целом жизненность особей оценивается как вполне удовлетворительная, растения обильно цветут и плодоносят.

Таким образом, ЦП 1 характеризуется удовлетворительными показателями численности, плотности, жизненности особей, что свидетельствует о благоприятных эколого-ценотических условиях среды её обитания. Самоподдержание численности осуществляется регулярно и более или менее интенсивно, о чём свидетельствует большое количество вегетативных особей семенного происхождения.

Степень антропогенной трансформации экотопа: незначительная. Основные формы антропогенного воздействия на экотоп связаны с близостью населённого пункта (рекреация, выпас скота и др.). Степень охраны ЦП 1 более или менее удовлетворительная, так как это местонахождение расположено на ООПТ «Урочище Чёрная балка».

Ценопопуляция 2

Местонахождение: Белокалитвинский р-н, 2,6 км хут. Какичева, правый коренной берег р. Северский Донец, склон восточной экспозиции, ООПТ «Урочище Чёрная балка».

Почвы: смытый чернозём.

Описание растительности*:* сообщество переходное от каменистой степи к опушечному, ассоциация: *Stipa zalesskii* + опушечно-степное разнотравье.

Ярусность: вертикальная структура растительного покрова трёхъярусная. Первый ярус (до 100 см) образуют *Jurinea arachnoidea* Bunge, *Arabis glabra* (L.) Bernh., *Thalictrum minus* L., *Linaria genistifolia* (L.) Mill., *Dictamnus gymnostylis* Stev. и др; второй ярус (до 80 см) – *Stipa zalesskii* Wilensky ex P.A. Smirn., *Serratula tanaitica*, *Stachys atherocalyx* K. Koch, *Campanula sibirica* L., *Filipendula vulgaris* Moench и др.; третий ярус (до 40 см) образован *Hedysarum grandiflorum* Pall., *Veronica jacquinii* Baumg., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Centaurea marschalliana* Spreng., *Alyssum parviflorum* Fisch. ex Bieb. и др.

Общее проективное покрытие травяного яруса – 90%.

Флористический состав ассоциации (наиболее характерные виды на момент наблюдения, все виды расположены в порядке латинского алфавита, полужирным шрифтом выделены «краснокнижные» таксоны, обилие указано по шкале Друде):

1. *Achillea nobilis* – sp2
2. *A. setacea* – sp3
3. *Alyssum desertorum* – sp2
4. *A. parviflorum* – sp3
5. *Amygdalus nana* – sp3
6. *Anthemis tinctoria* – sp3
7. *Arabis glabra* – sp2
8. *A. recta* – cop1
9. *Arenaria serpyllifolia* – sp3
10. *Artemisia austriaca* – sp3
11. *Asparagus officinalis* – sp2
12. *Astragalus albicaulis* – cop1
13. *A. onobrychis* – sp1
14. ***Bellevalia speciosa*** **–** sp1
15. *Bromopsis riparia* – sp3
16. *Buglossoides arvensis* – sp1
17. *Campanula sibirica* – cop1
18. *Caragana frutex* – sp3
19. *Centaurea marschalliana* – cop1
20. *C. salonitana* – sp3
21. *Cephalaria uralensis* – cop1
22. *Dianthus andrzejowskianus* – sp3
23. *Dictamnus gymnostylis* – cop1
24. *Ephedra distachya* – sp2
25. *Eryngium campestre* – sp3
26. *Erysimum canescens* – sp3
27. *Euphorbia seguieriana* – cop1
28. *Falcaria vulgaris* – sp3
29. *Festuca rupicola* – sp3
30. *F. valesiaca* – sp3
31. *Filipendula vulgaris* – cop1
42. ***Iris pumila*** – sp2
43. *Isatis campestris* – sp1
44. *Jurinea arachnoidea* – cop1
45. *Koeleria cristata* – sp3
46. *Lamium amplexicaule* – sp2
47. *Linaria genistifolia* – sp3
48. *Marrubium praecox* – sp2
49. *Melica flavescens* – sp2
50. *M. transsilvanica* – sp3
51. *Myosotis sparsiflora* – sp3
52. *Oxytropis pilosa* – sp2
53. *Papaver dubium* – sp1
54. *Phlomis pungens* – sp2
55. *Pilosella echioides* – cop1
56. *Potentilla astracanica* – sp3
57. *P. obscura* – sp2
58. *Ranunculus illyricus* – sp3
59. *Rosa sp.* – sol
60. *Salvia aethiopis* – sol
61. *S. nutans* – sp3
62. *Scorzonera hispanica* – sp3
63. *Senecio vernalis* – sp3
64. ***Serratula tanaitica*** – cop1
65. *Spiraea hypericifolia* – sp3
66. *Stachys atherocalyx* – sp3
67. *Stipa lessingiana* – sp3
68. ***S. pulcherrima*** – sp3
69. ***S. zalesskii*** – cop2
70. *Teucrium polium* – sp3
71. *Thalictrum minus* – cop1
72. *Thymus marschallianus* – sp3

32. *Galatella villosa* – sp3
33. *Galium aparine* – sp3
34. *G. octonarium* – sp3
35. *G. verum* – sp3
36. ***Hedysarum grandiflorum*** – sp3
37. *Helichrysum arenarium* – sp2
38. *Herniaria besseri* – sp2
39. *Hypericum perforatum* – sp3
40. *Inula germanica* – sp3
41. *I. oculus-christi* – sp2
73. *Tragopogon dubius* – sp3
74. *Trinia multicaulis* – sp3
75. *Ulmus campestris* – sp1
76. *Verbascum phoeniceum* – sp3
77. *Veronica barrelieri* – sp3
78. *V. jacquinii* – sp3
79. *V. orchidea* – sp1
80. *V. praecox* – sp3
81. *Vicia tenuifolia* – cop1
82. *Viola arvensis* – sp2

ЦП 2 серпухи донской находится в средней части крутого правобережного склона р. Северский Донец на границе каменистой степи и байрачной дубравы. Растительное сообщество имеет характер переходного – от каменистостепного к опушечному, общее проективное покрытие составляет 90%, доминирует плотнодерновинный злак – *Stipa zalesskii*, а в качестве содоминанта выступает группа каменистостепных (*Astragalus albicaulis* DC., *Centaurea marschalliana*, *Campanula sibirica*, *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult., *Jurinea arachnoidea*, *Euphorbia seguieriana*, *Arabis recta* Vill.) и опушечных (*Dictamnus gymnostylis*, *Filipendula vulgaris*, *Thalictrum minus*, *Vicia tenuifolia* Roth) видов.

В составе ассоциации, кроме серпухи донской, отмечаются пять других «краснокнижных» видов: *Bellevalia speciosa* Woronow ex Grossh., *Hedysarum grandiflorum*, *Iris pumila* L., *Stipa pulcherrima* K. Koch и *Stipa zalesskii*.

Площадь ЦП 2 составляет 4000 м^2, её плотность – 38,0 (24-52) на 1 м^2, размещение особей в границах сообщества более или менее равномерное.

По возрастной структуре ЦП 2 относится к нормальным, полночленным, молодым, так как в возрастном спектре отмечено незначительное преобладание вегетативных растений. На долю вегетативных особей приходится 56,1%, на долю генеративных растений – 43,9%.

Генеративные экземпляры имеют крупные размеры. Высота цветоносных побегов варьирует от 33,5 см до 66 см. Фактов поражения растений болезнями и вредителями не выявлено. В целом жизненность особей оценивается как удовлетворительная, растения в период наблюдений (вторая-третья декада мая) обильно цвели и плодоносили.

Таким образом, ЦП характеризуется удовлетворительными показателями численности, плотности, жизненности особей, что свидетельствует о благоприятных эколого-ценотических условиях среды её обитания. Самоподдержание численности осуществляется семенным путём, более или менее интенсивно, о чём свидетельствует большое количество вегетативных особей семенного происхождения.

Степень антропогенной трансформации экотопа: умеренная. Основные формы антропогенного воздействия на экотоп связаны с близостью населённого пункта (выпас крупного рогатого скота, рекреационная нагрузка, сбор лекарственного сырья и др.). Степень охраны местонахождения более или менее удовлетворительная, так как оно расположено на ООПТ «Урочище Чёрная балка».

Выводы. Таким образом, локальная популяция *Serratula tanaitica* на ООПТ «Урочище Чёрная балка» обитает в более или менее благоприятных экологических условиях, характеризуется удовлетворительными показателями численности, плотности, жизненности особей, что в совокупности обеспечивает возможность её длительного стабильного существования на этой территории при условии поддержания природоохранного режима.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № FENW-2023-0008.

Список литературы

1. Красная книга Ростовской области. Растения и грибы. Издание 2-е. Т. 2 / Под ред. В.В. Федяевой. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. 344 с.

2. Бернская конвенция: Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (The Bern Convention). Bern, 19.19.1979. Appendices I, II, III and IV, status in force since 01.03.2002. URL: https://rm.coe.int/168097eb56 (дата обращения: 26.01.2024).

3. Красная книга Российской Федерации (Растения и грибы) / Ред. Л.В. Бардунов, В.С. Новиков. М.: Т-во научных изданий КМК, 2008. 855 с.

4. Приказ Минприроды России от 23.05.2023 № 320 «Об утверждении Перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации».

5. Красная книга Волгоградской области: в 2-х т. 2-е изд., перераб. и доп. Т. 2. Растения и другие организмы / Ред. О.Г. Баранова, В.А. Сагалаев. Воронеж: ООО «Издат-Принт», 2017. 268 с.

6. Постановление Правительства Ростовской области от 12.05.2017 № 354 «Об охраняемых ландшафтах и охраняемых природных объектах».

7. Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н., Кузьменко И.П. Состояние ценопопуляции *Allium globosum* Bieb. ex Redoute на особо охраняемой природной территории «Урочище Черная балка» // «Живые и биокосные системы». 2017. № 22; URL: https://jbks.ru/archive/issue-22/article-6 (дата обращения: 26.01.2024).

8. Шмараева А.Н., Матецкая А.Ю. Дополнение к флоре особо охраняемой природной территории Ростовской области «Урочище Чёрная балка» // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник материалов / Отв. ред. К.Ш. Казеев. Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2023. С. 156-160.

9. Борисова А.Г. Род Серпуха – *Serratula* L. // Флора СССР. Т. XXVIII / Ред. Е.Г. Бобров, С.К. Черепанов. М.-Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1963. С. 259-301.

10. Мордак Е.В. Род Серпуха – *Serratula* L. // Флора европейской части СССР. Т. 7. СПб.: Наука, 1994. С. 251-254.

11. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е издание. М.: Т-во научных изданий КМК, 2014. 635 с.

12. Кондратюк Е.Н., Бурда Р.И., Остапко В.М. Конспект флоры юго-востока Украины. Киев: Наукова думка, 1985. 272 с.

13. Серёгин А.П. (ред.) Цифровой гербарий МГУ: Электронный ресурс. М.: МГУ, 2023. Режим доступа: https://plant.depo.msu.ru/ (дата обращения 28.08.2023).

14. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, лишайники, грибы и животные / Общ. науч. ред. Ю.А. Присный. Белгород: ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2019. 668 с.

15. Красная книга Саратовской области. Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов: Папирус, 2021. 496 с.

16. Флора Нижнего Дона / Под ред. Г.М. Зозулина, В.В. Федяевой. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1985. Ч. 2. 240 с.

17. Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н. Новая популяция *Serratula tanaitica* P. Smirn (сем. Asteraceae) в Ростовской области // Актуальные проблемы экологии и природопользования: материалы научной конференции / Отв. ред. К.Ш. Казеев. Ростов-на-Дону ; Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2018. С. 152-155.

18. Федяева В.В., Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н., Кузьменко И.П. Редкие виды растений на территориях охраняемых ландшафтов Ростовской области // «Живые и биокосные системы». 2021. № 35. URL: https://jbks.ru/archive/issue-35/article-2/ (дата обращения: 26.01.2024).

19. Кузьменко И.П., Макарова Л.И. Полевая всхожесть интродуцированных редких растений Ростовской области // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник материалов / Отв. ред. К.Ш. Казеев. Ростов-на-Дону ; Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2023. С. 156-160.

20. Шмараева А.Н., Кузьменко И.П., Макарова Л.И., Шишлова Ж.Н., Фирсова А.В. Результаты интродукции редких и исчезающих растений Ростовской области // Ботанический сад Южного федерального университета – центр сохранения биологического разнообразия растений степной зоны: монография. Ростов-на-Дону ; Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2023. С. 24-42, 102-125.

21. Федяева В.В., Русанов В.А. Мониторинг редких и исчезающих видов растений и грибов Ростовской области // Материалы научно-практической межрегиональной конференции. Станица Вешенская: ООО «Синтез технологий». 2005. С. 29-36.

22. Ярошенко П.Д. Геоботаника. Основные понятия, направления и методы. М.-Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1961. 474 с.

23. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 200 с.

24. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Бот. журн., 1974. Т. 59. № 6. С. 826-831.

УДК 502.5: 504.055: 504.3
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1527-1530

К АНАЛИЗУ СРЕДООБРАЗУЮЩИХ ФУНКЦИЙ СТЕПНЫХ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

TO THE ANALYSIS OF ENVIRONMENT-FORMING FUNCTIONS OF STEPPE NATURAL-TECHNICAL GEOSYSTEMS OF OIL FIELDS

Щавелев А.Н., Мячина К.В., Дубровская С.А., Ряхов Р.В.
Shchavelev A.N., Myachina K.V., Dubrovskaya S.A., Ryakhov R.V.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: ditmark12rus@gmail.com

Аннотация. Цель исследования – определить особенности динамики средообразующих параметров в природно-техногенных геосистемах нефтегазовых месторождений Оренбургской области в сравнении с исходными степными геосистемами. Выполнялись инструментальные замеры температуры воздуха и почвы, относительной влажности воздуха и почвы, уровня шумового загрязнения. С помощью снимков спутников Ландсат определялись температура поверхности ландшафта, индекс содержания влаги в растительности и альбедо поверхности. Результаты полевых и дистанционных исследований показали, что на участках с техногенным воздействием наблюдаются изменения влагооборота, температурного баланса, радиационного баланса. Выявленные последствия свидетельствуют об изменении характеристик средообразующих параметров, способных, в свою очередь, вызвать трансформацию прямых и обратных связей в природно-техногенной геосистеме.

Ключевые слова: природно-техногенная геосистема нефтяного месторождения; изменение средообразующих параметров; степной регион.

Abstract. The purpose of the study is to determine the features of the environment-forming parameters dynamics in natural-technogenic geosystems of oil and gas fields in the Orenburg region in comparison with the original steppe geosystems. Instrumental measurements of air and soil temperature, relative humidity of air and soil, and the level of noise pollution were carried out. Landsat satellite images were used to determine landscape surface temperature, vegetation moisture content index, and surface albedo. The results of field and remote sensing studies showed that in areas with anthropogenic impact, changes in moisture circulation, temperature balance, and radiation balance are observed. The identified consequences indicate a change in the characteristics of environment-forming parameters, which can, in turn, cause a transformation of direct and feedback connections in the natural-technogenic geosystem.

Key words: natural-technogenic geosystem of an oil field; change in environment-forming parameters; steppe region.

Введение. В пределах степных регионов России расположено до 500 нефтегазовых месторождений различных размеров и возраста разработки. Масштаб данного промышленного комплекса определяет преобразование исходных геосистем с дальнейшим формированием природно-техногенных геосистем нефтегазовых месторождений. Трансформация вещественно-энергетических потоков приводит к изменениям характеристик, в том числе тех, которые призваны обеспечивать одну из ключевых геосистемных функций – средообразующую [1, 2]. Согласно классификации услуг наземных экосистем России, к элементарным средообразующим параметрам, в числе прочих, относят температуру и влажность воздуха и почвы и сбалансированные потоки парниковых газов [3]. Задачи данного исследования – получить количественные характеристики и выявить динамику указанных средообразующих параметров в природно-техногенной и исходной геосистемах.

Объект и методы исследования. Исследовались пять пар ключевых участков «природно-техногенная геосистема – эталон», где так называемый эталон – участок без техногенного воздействия за пределами инфраструктуры нефтепромысла, характеризующийся однородной формой рельефа и демонстрирующий условия исходного ландшафта. Все участки располагаются в пределах Волго-Уральской нефтегазовой провинции, а именно её восточной части. Согласно административно-территориальному делению участки расположены в Оренбургской области, на территории трех ее районов: Новосергеевского, Переволоцкого и Оренбургского.

Пара участков № 1 расположена южнее г. Оренбург, близ пос. Пруды. Техногенный участок представлен природно-техногенной геосистемой скважины нефтегазоконденсатного месторождения и сопутствующей инфраструктурой. Располагается на пологом склоне (уклон 2°) водораздела в границах пашни, почвы – чернозем южный террасовый. Эталонная участок степной геосистемы находится на пологом склоне (уклон 2,5-3°) водораздела в границах залежной степи с умеренным выпасом, в 500 м от техногенного, почвы – чернозем южный террасовый.

Пара участков № 2 распложена в 10 км южнее пос. Претория Переволоцкого района. Техногенный участок представлен природно-техногенной геосистемой скважины нефтегазоконденсатного месторождения и сопутствующей инфраструктурой, расположен на крутом склоне (уклон 10-15°), почвы – чернозем обыкновенный карбонатный неполноразвитый тяжелосуглинистый. Эталонная степная геосистема находится в 110 м в южном направлении, на крутом склоне (уклон 10-15°) в пределах ландшафтно-экологического памятника природы Кувайская степь (сохранившийся участок естественной степи), почвы представлены черноземом обыкновенным карбонатным неполноразвитым тяжелосуглинистым.

Пара участков № 3 расположена близ пос. Сырт Переволоцкого района. Техногенный участок представлен природно-техногенной геосистемой скважины нефтегазоконденсатного месторождения и сопутствующей инфраструктурой, расположен на пологом склоне (уклон 1-2°) водораздела, почвы – черноземы обыкновенные карбонатные тяжелосуглинистые. Эталонная степная геосистема находится в 200 м на запад, на пологом склоне (уклон 1-2°) водораздела в границах залежной степи, почвы – черноземы обыкновенные карбонатные тяжелосуглинистые.

Пара участков № 4 расположена западнее ландшафтно-ботанического памятника «Платовская дача» Новосергеевского района. Техногенный участок представлен природно-техногенной геосистемой скважины нефтегазоконденсатного месторождения и сопутствующей инфраструктурой, расположен на равнинной части водораздела, почвы – чернозем южный маломощный среднесуглинистый. Эталонная степная геосистема находится в 1 км восточнее, на равнинной части водораздела в границах пастбища с умеренным выпасом, почвы – чернозем южный маломощный среднесуглинистый.

Пара участков № 5 расположена восточнее пос. Татищево Переволоцкого района. Техногенный участок представлен природно-техногенной геосистемой, сформированной комплексом объектов дожимной компрессорной станции нефтегазоконденсатного месторождения. Расположен на равнинной части водораздела, почвы – черноземы южные тяжелосуглинистые. Эталонная участок степной геосистемы находится в 790 м на северо-западе, расположен на равнинной части водораздела в границах маловозрастной степной залежи, почвы – черноземы южные тяжелосуглинистые.

С помощью инструментальных замеров фиксировались следующие параметры: температура воздуха на высоте 2 м, температура почвы на глубине 10 см, относительная влажность воздуха на высоте 2 м, относительная влажность почвы на глубине 10 см, уровень шума с учетом направления ветра. Обследования природно-техногенных и парных им эталонных геосистем проводились в одно и то же время суток. Выбирались произвольные площадки размером 2×2 м, каждый инструментальный замер выполнялся в пяти точках («метод конверта»), после чего высчитывалось среднее значение анализируемого параметра.

На основе серии снимков спутников Ландсат за период с 2013 по 2022 гг. фиксировались такие дополнительные параметры как:

– температура поверхности ландшафта, средняя ежемесячная за вегетационный период;

– индекс содержания влаги в растительности (NDMI), средний ежемесячный за вегетационный период;

– альбедо поверхности, среднее ежемесячное за вегетационный период.

Результаты и их обсуждение. На основе проведённых измерений можно выявить определённые закономерности. На участках природно-техногенных геосистем в трех случаях из пяти (2, 4, 5 пары) наблюдается пониженная относительно эталонов влажность воздуха. Разница в показателях относительной влажности воздуха на каждой паре участков находится в диапазоне от 4,5 до 12%, за исключением пары № 1, где влажность на эталонном участке ниже, чем на участке с техногенным воздействием. В паре № 3 относительная влажность воздуха одинакова на двух участках. На участках техногенных геосистем наблюдается пониженная относительно эталонов влажность почвы. Разница в показателях влажности на каждой паре участков колеблется в диапазоне от 1,2 до 6%, за исключением пары № 3, где относительная влажность

почвы одинакова на двух участках. Согласно спутниковым данным разница значений содержания влаги в растительности для большей части исследуемого периода в среднем составляет 0,02 (значение индекса NDMI), где эталоны более влажные.

Можно утверждать, что увлажненность как поверхности, так и воздушной массы в большинстве случае на участках с природно-техногенными геосистемами в среднем ниже, чем на парных им эталонных участках.

Похожая тенденция отмечается при анализе результатов измерения температуры почвы. Разница температур на каждой паре участков колеблется в диапазоне от 0,14 до 3,8°С. Средняя разница температур поверхности ландшафта в каждой паре, согласно спутниковым данным, для большей части исследуемого периода составляет 0,6°С. Более нагретые участки в данных случаях являются техногенными.

Аналогично результатам предыдущих измерений, пара участков №1 не поддаётся общей закономерности. Температура почвы на эталонном участке выше, чем на участке с техногенным воздействием. Несоответствие, видимо, связано с расположением природно-техногенной геосистемы в границах распаханного поля. Такая локализация, несомненно, оказывает влияние на показатели температуры и влажности воздуха и почвы, т.к. состояние растительного покрова является одним из факторов, провоцирующих изменения температуры и влажности воздуха и почвы, наряду с непосредственным воздействием техногенных объектов (горение факельной установки по сжиганию газовых смесей, работа трансформаторных подстанций, систематическое движение техники и пр.) [4, 5].

В каждой из пяти пар отмечается существенное превышение уровня шума на участках природно-техногенных геосистем по сравнению с эталонами. Разница составляет 8-39,5 децибел. Именно на открытых степных пространствах негативное влияние шумового воздействия усиливается безлесностью. При этом доказано, что постоянное акустическое воздействие приводит к многочисленным нарушениям в функционировании эндокринной и вегетативной нервных систем млекопитающих [6]. Шум работающих агрегатов нефтегазодобычи действует как значительный стрессовый фактор, способствуя потере условий обитания и локального снижения биоразнообразия.

Не прослеживается явных закономерностей в изменении температуры воздуха на участках с техногенным воздействием относительно эталонов. Тем не менее значения альбедо поверхности для большей части исследуемого периода на участках техногенных геосистем ниже в среднем на 3,3%. Такое изменение альбедо ожидаемо и отражает изменение почвенно-растительного покрова техногенной геосистемы в сравнении с исходной. Показатель альбедо поверхности напрямую воздействует на температуру воздуха, поэтому в данном направлении требуются дальнейшие исследования для пополнения базы данных измерений.

Результаты полевых и дистанционных исследований показали, что на участках с техногенным воздействием наблюдаются изменения главных составляющих функционирования исходных геосистем. Кроме того, на участках природно-техногенных геосистем происходит внедрение новых энергетических потоков.

В нашем исследовании в четырех случаях из пяти рассматривались природно-техногенные геосистемы месторождений низшего иерархического уровня – геосистемы скважин. А как известно, локальные изменения климатообразующих параметров и биоразнообразия способны выстраиваться в цепочку, вызывая более масштабные последствия на более высоких геосистемных уровнях [7].

Более подробно результаты представленного исследования изложены в других публикациях авторов [8].

Заключение. Оценка средообразующих параметров является важнейшей частью современного актуального геоэкоголического исследования. Представленные в данной работе закономерности изменения средообразующих параметров в пределах природно-техногенной геосистемы могут быть развернуты с учётом иных характеристик геосистемы, в т.ч. – вариантов изменения почвенно-растительного покрова, уровня газохимических потоков и пр. Предлагаемые результаты исследования предоставляют первичную информацию и могут быть задействованы при принятии решений по планированию хозяйственной деятельности на нефтегазоносных территориях.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (грант №23-27-00193, №ГР 123012000040-7).

Список литературы

1. Тишков А.А. Биосферные функции и экосистемные услуги ландшафтов степной зоны России // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16. № 1 (41). С. 5-15.

2. Тишков А.А. Биогеографические последствия природных и антропогенных изменений климата // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131. № 4. С. 356-366.

3. Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Услуги наземных экосистем. Т. 1. / Ред.-сост.: Е.Н. Букварёва, Д.Г. Замолодчиков. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016. 148 с.

4. Özkan U., Gökbulak F. Effect of vegetation change from forest to herbaceous vegetation cover on soil moisture and temperature regimes and soil water chemistry // Catena. 2017. Vol. 149. P. 158-166.

5. Sandholt I., Rasmussen K., Andersen J. A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status // Remote Sensing of environment. 2002. Vol. 79. No 2-3. P. 213-224.

6. Goines L., Hagler L. Noise pollution: a modern plague // Southern medical journal-Birmingham Alabama. 2007. Vol. 100(3). P. 287-294.

7. Тишков А.А. Биогеографические последствия природных и антропогенных изменений климата // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131. № 4. С. 356-366.

8. Мячина К.В., Дубровская С.А., Ряхов Р.В., Щавелев А.Н. Изменения средообразующих параметров степных геосистем в условиях нефтедобычи (на примере Волго-Уральского региона) // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2023. Т. 46. С. 114-127.

УДК 58.009
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1531-1538

ГЕОБОТАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТУГАЙНЫХ ЛЕСОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

GEOBOTANICAL ANALYSIS OF TUGAI FORESTS OF THE STEPPE ZONE OF AZERBAIJAN

Юсифов Э.Ф.
Yusifov E.F.

Институт ботаники Министерства науки и образования Азербайджана, Баку, Азербайджан
Head of Laboratory of Ecology and Geography of Plants, Baku, Azerbaijan

E-mail: yusifov_e@yahoo.com

Аннотация. Тугайные леса Азербайджана встречаются на 9 регионах республики. Проведен флористический анализ тугайных лесов Азербайджана в поймах рек Кура, Алазань-Айричай, Гозлучай, Дизаварчай, Велвеле-Джимичай и Басутчай.

Дендрофлора тугайных лесов Азербайджана имеет различный видовой состав. *Populus alba* L., *P. hybrida* M.Bieb, *P. nigra* Mill. формируют самый высокий ярус в тугайных лесах Куринского, Алазань-Айричайского побережий на высоте 200-500 м над уровнем моря. *Pistacia mutica* Fisch. et Mey. предоминантный вид лесов Хачинчайского побережья. Ведущим видом дендрофлоры побережья Дизаварчая является *Populus euphratica* Olivier. *Quercus iberica* Steven. & M.Bieb. и *Carpinus caucasica* Gross. встречаются на бассейне Гозлучая на высоте 1100-1200 м над уровнем моря. А *Q. longipes* Steven., как засухоустойчивый вид, встречается на Степной плоскогорье в долине Алазань-Айричай на высоте 500-700 м над уровнем моря.

В результате проведенных исследований в тугайных лесах Азербайджана выявлено 227 видов высших растений. Среди этих видов 210 видов широко распространены и 17 видов являются эндемичными видами разных категорий. Среди них *Centaurea transcaucasica* Sosn. ex Grossh., *Berberis iberica* Steven & Fisch. ex DC., *Dianthus cyri* Fisch. & C.A.Mey., *D.schemachensis* Schischk являются общекавказскими эндемиками. Такие виды как *Taraxacum grossheimii* Schischk, *Cotoneaster saxatilis* Pojark., *Rosa prilipkoana* Sosn. являются эндемиками Южного Кавказа.

Ключевые слова: тугайные леса, степная зона, флора, эндемизм.

Abstract. Tugai forests of Azerbaijan are found in 9 regions of the republic. A floristic analysis of the tugai forests of Azerbaijan was carried out in the floodplains of the Kura, Alazan-Ayrichay, Gozluchay, Dizavarchay, Velvele-Dzhimichay and Basutchay rivers.

Populus alba L., *P. hybrida* M. Bieb, *P. nigra* Mill. form the highest layer in the forests of the Kura, Alazan-Ayrichay coasts at an altitude of 200-500 m. *Pistacia mutica* Fisch. et Mey. the pre-dominant species of forests on the Khachinchay coast. The pre-dominant species on the Dizavarchay coast is *Populus euphratica* Olivier. *Quercus iberica* Steven. & M. Bieb. and *Carpinus caucasica* Gross. found in the Gozluchay basin at an altitude of 1100-1200 m. And *Q. longipes* Steven., as a drought-resistant species, is found on the Steppe Plateau in the Alazan-Ayrichay valley at an altitude of 500-700 m.

227 species were identified in the tugai forests of Azerbaijan. 210 species are widespread and 17 species are endemic species of different categories. Among them are *Centaurea transcaucasica* Sosn. ex Grossh., *Berberis iberica* Steven & Fisch. ex DC., *Dianthus cyri* Fisch. & C.A. Mey., D.schemachensis Schischk. They are Caucasian endemics. *Taraxacum grossheimii* Schischk., *Cotoneaster saxatilis* Pojark., *Rosa prilipkoana* Sosn. are endemic to the South Caucasus.

Key words: tugai forests, steppe zone, flora, endemism.

Введение. Тугайные леса относятся к равнинным лесам засушливых территорий. Эти леса находятся внутри степной зоны и располагаются вдоль сезонных и постоянных рек с высоким уровнем грунтовых вод засушливых районов Кавказа и Средней Азии. Флора тугайных лесов отличается от флоры степных ландшафтов, где они находятся. Здесь отмечены деревья и кустарники, которые встречаются только в тугайных лесах. Поэтому тугайные леса можно считать природным резерватом таких видов как *Populus alba* L., *P. euphratica* Olivier., *Pistacia mutica* Fisch. [1]. Тугайные леса степных плоскогорий раскинуты полосами и представлены видами родов *Ulmus, Populus, Salix, Elaeagnus*. Виды, родов *Populus* L. и *Elaeagnus* L. встречаются на территориях с уровнем грунтовых вод до 4 м, а *P. euphratica* на участках с уровнем грунтовых вод 12 м [2].

Характерные для тугайных лесов виды адаптированы к сухому климату, у многих из них корневые системы достигают горизонта грунтовых вод. Тугайные леса являются чуткими индикаторами по отношению к климатическим изменениям [3].

На территории Азербайджана тугайные леса занимают довольно большие территории. По берегам рек Кура и Аракс тугайные леса занимают приблизительно 20 000 га [4].

Материалы и методы. Полевые исследования и экспедиции, проведенные в 2020-2023 годах, охватили все регионы Азербайджана. Тугайные леса встречаются в 9 регионах республики *(рисунок 1)*.

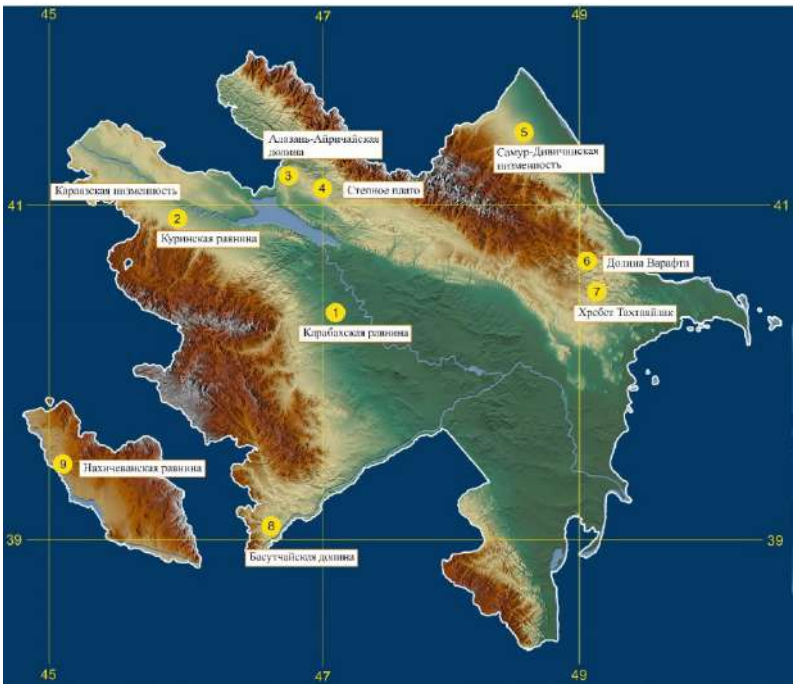


Рисунок 1. Расположение тугайных лесов Азербайджана.

В последнее время эти леса быстро сокращаются и деградируют. Такая ситуация представляет большие риски для эндемичных, редких и реликтовых видов тугайных лесов. В результате воздействия природных и антропогенных факторов деградация этих лесов оказывает негативное влияние на водные ресурсы, защиту берегов рек и мелиоративные процессы. Вырубка тугайных лесов создает двойной негативный эффект и вызывает высыхание водоносного слоя рек, в результате чего водность рек резко снижается. С этой точки зрения изучение флоры тугайных лесов, инвентаризация видов, оценка их статуса и категории имеют научное и практическое значение.

Физико-географические условия тугайных лесов зависят от высоты местности. Тугайные леса вдоль реки Кура и Дизаварчай с высотой 200-250 м над уровнем моря характеризуются умеренно теплым климатом полупустынь и сухих степей, для которого характерны жаркое и сухое лето и умеренная зима. Среднегодовая температура воздуха 12,2°C, средняя температура в январе -0,1°C, в июле 24,3°C. За год выпадает в среднем 400 мм осадков. 64% осадков приходится на теплое время года. Под тугайными лесами сформировался особый почвенный покров в основном состоящий из пойменно-лугово-лесных, пойменно-болотных, пойменно-луговых и лугово-каштановых почв [5, с. 279].

Тугайные леса вдоль рек Хачинчай, Турианчай, рек Алазан-Айричайской долины и степных плоскогорий (высота 300-500 м) находятся в сухом субтропическом климате со средней температурой воздуха 14,2^{0}C, с годовой суммой осадков 500 мм. Платановые леса бассейна Басутчай с годовой суммой осадков 600 мм находятся на высоте 800 м. Пойменные леса Валвалачай, Гозлучай и др. расположены на высоте 1000-1200 м с годовой суммой осадков около 800 мм [5, с. 274].

Дендрофлора тугайных лесов Азербайджана имеет разнообразный родовой состав *(рисунок 2)*. *Populus alba* L., *P. Hybrida* M. Bieb., *P. nigra* L., являющиеся доминантными видами и формируют самый высокий ярус в тугайных лесах Куринского, Алазань-Айричайского

побережий на высоте 200-500 м над уровнем моря. *Pistacia mutica* Fisch. & C.A. Mey. предоминантный вид лесов Хачинчайского побережья. Ведущим видом дендрофлоры побережья Дизаварчая является *Populus euphratica* Olivier. *Quercus iberica* Steven. & M.Bieb. и *Carpinus caucasica* Gross. встречаются на бассейне Гозлучая на высоте 1100-1200 м над уровнем моря. *Quercus longipes* Steven., как засухоустойчивый вид, встречается на Степной плоскогорье в долине Алазань-Айричай на высоте 500-700 м над уровнем моря.

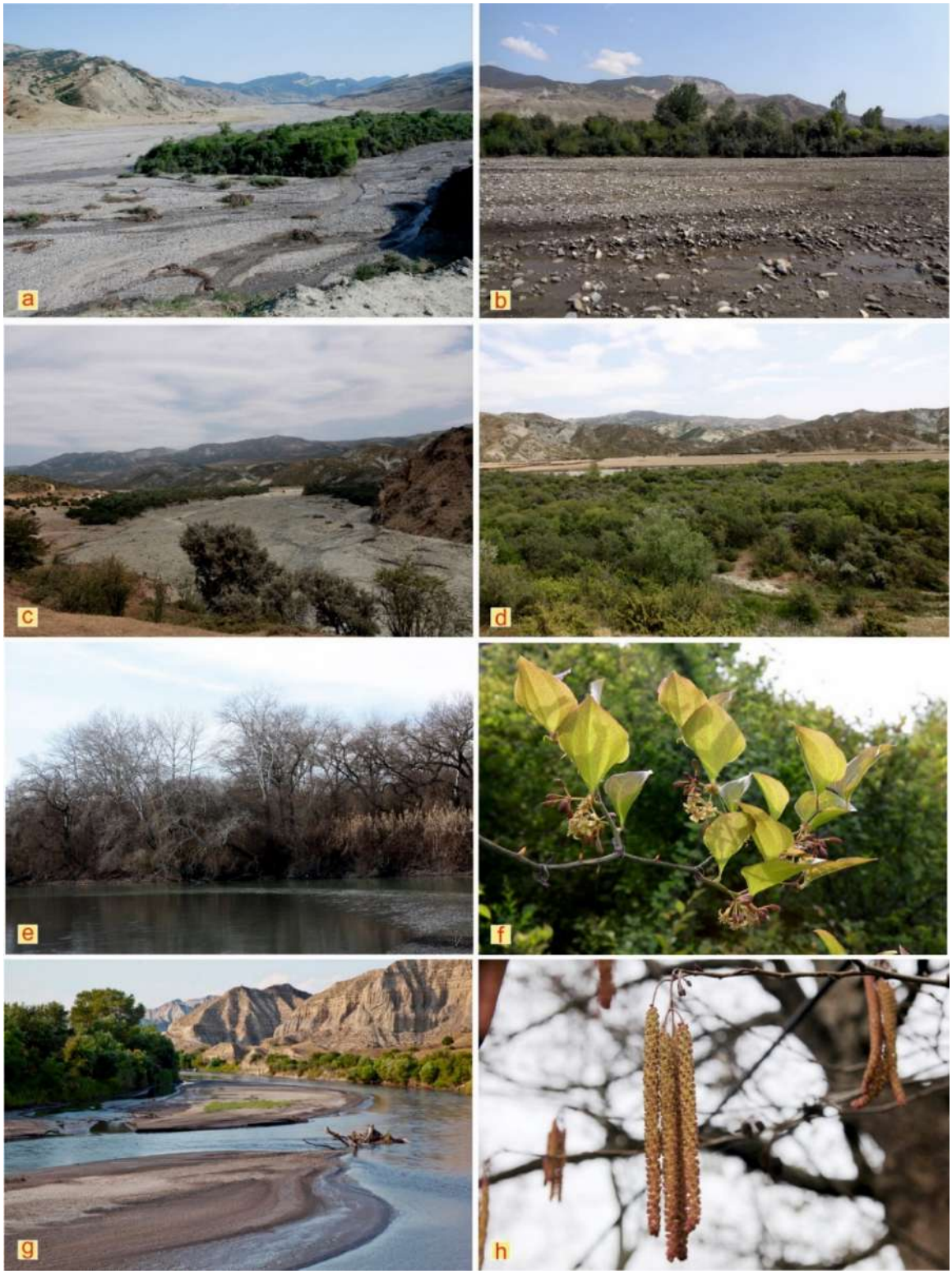


Рисунок 2. Тугайные леса Азербайджана: a, b – тугайные леса реки Велвелебай-Джимичай (Куба); c, d – Тугайные леса реки Гозлучай (Гобустан); e, f – тугайные леса реки Алазан *(Populus hybrida* и *Smilax exelsa);* g, h – тугайные леса реки Турианчай (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*.).

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенных исследований в тугайных лесах Азербайджана выявлено 227 вида растений. Среди этих видов 210 видов широко распространены и 17 видов являются эндемичными видами разных категорий *(таблица 1)*.

Таблица 1

Сравнительный анализ таксономической структуры флоры тугайных лесов с общей флорой Азербайджана

Класс	**Семейство**		**Род**		**Вид**	
	Тугай/флора	***%***	***Тугай/флора***	***%***	***Тугай/флора***	***%***
Equisetopsida	1/1	100	1/1	100	3/6	50
Polypodiopsida	1/10	10	1/24	4	1/55	0,2
Liliopsida	6/25	24	7/213	3,2	21/963	2,2
Magnoliopsida	51/95	53	149/771	19	205/3420	5,9
Всего:	**57/136**	**41**	**156/1014**	**15**	**227/4462**	**5,0**

Виды с широким ареалом, встречающиеся в тугайных лесах. В тугайных лесах Азербайджана зарегистрировано 130 видов с широким ареалом: **Equisetaceae** (1 род, 2 вида): *Equisetum ramosissimum* Desf.*, E,telmateia* Ehrh., *E.palustre* L., **Polypodiaceae** (1 род, 1 вид): *Polypodium vulgare* L., **Amaranthaceae** (3 род, 4 вид): *Chenopodium album* L.*, C.vulvaria* L., *Salsola glauca, Spinacia tetrandra* Steven & M.Bieb., **Amaryllidaceae** (1 род, 1 вид): *Allium paradoxum* (M.Bieb.) G.Don, **Anacardiaceae** (1 род, 1 вид): *Pistacia mutica* Fisch. et Mey., **Apiaceae** (6 родов, 6 вида): *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm., *Berula erecta* L., *Conium maculatum* L.*, Daucus carota* L., *Eryngium campestre* L., *Torilis nodosa* L., **Apocynaceae** (1 род, 2 вида): *Periploca graeca* L., *Cynanchum acutum* L., **Araliaceae** (1 род, 1 вид): *Hedera caucasica* Pojark., **Asteraceae** (15 родов, 17 видов): *Carduus crispus* L., *Cichorium intybus* L., *Cirsium ciliatum* (Murray) Moench, *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *Crepis pulchra* L., *Echinops sphaerocephalus* L., *E.galaticus* Freyn., *Gnaphalium luteoalbum* L., *Inula helenium* L., *Lapsana communis* L., *Senecio grandidentatus* Ledeb., *S.vernalis* L., *Sonchus asper* (L.) Hill, *Taraxacum desertorum* Schischk., *Xanthium strumarium,* **Berberidaceae** (1 род, 2 вида): *Bongardia chrysogonum* (L.) Spach, **Boraginaceae** (4 рода, 5 видов): *Anchusa azurea* Mill., *Myosotis arvensis* (L.) Hill., *Nonea lutea* (Desr.) DC., *Symphytum caucasicum* M.Bieb., *S.peregrinum* Ledeb., **Brassicaceae** (2 рода, 2 вида): *Nasturtium officinale* W.T.Aiton, *Erophila praecox* (Steven) DC., **Cannabiaceae** (2 рода, 2 вида): *Cannabis ruderalis* L., *Humulus lupulus* L., **Caryophyllaceae** (7 род, 7 видов): *Cerastium semidecandrum* L., *Cucubalus baccifer* L., *Dianthus cyri* Fisch. & C.A.Mey., *Minuartia hybrid* L., *Moehringia trinervia* (L.) Clairv., *Silene vulgaris* L., *Stellaria media* (L.) Vill., **Ceratophyllaceae** (1 род, 2 вида): *Ceratophyllum demersum* L., *C.submersum* L., **Convolvulaceae** (2 рода, 2 вида): *Calystegia sepium* (L)R.Br, *Scutellaria orientalis* L., **Cornaceae** (1 род, 1 вид): *Swida australis* (C.A.Mey.) Pojark. & Grossh., **Cyperaceae** (6 родов, 11 видов): *Carex divisa* Oeder, *C.compacta* Wimm., *Cyperus fuscus* L., *C.glaber* L., *C.glomeratus* L., *Juncellus serotinus* (Rottb.) C.B. Clarke, *Fimbristylis dichotoma* (L.) Vahl, *Pycreus flavescens* (L.) P.Beauv. ex Rchb., *P.globosus* (All.) Rchb., *Schoenoplectus setaceus*, *S.tabernaemontani* (C.C.Gmel.) Palla, **Elaeagnaceae** (2 рода, 3 вида): *Elaeagnus caspica* (Sosn.) Grossh.*, E.angustifolia* L., *Hippophae rhamnoides* L., **Euphorbiaceae** (1 род, 1 вид): *Euphorbia helioscopia* L**, Fabaceae** (8 родов, 11 видов): *Amorpha fruticosa* L., *Astragalus cicer* L., *Caragana halodendron* (Pall.) Dum. Cours., *Galega officinalis* L., *Glycyrrhiza echinata* L., *G.glabra* L., *Halimodendron halodendron* (Pall.) Voss, *Lotus tenuis* Waldst. & Kit. ex Willd., *Medicago tribuloides* Desr., *M.rigidula* (L.) All, *M.arabica* (L.) Huds., **Fagaceae** (1 род, 3 вида): *Quercus araxina* (Trautv.) Grossh., *Q. longipes* Steven., *Q. pedunculiflora* K. Koch., **Gentianaceae (**1 род, 1 вид**):** *Centaurium pulchellum* (Hoffmanns. & Link) Fritsch ex E. Jansen **Geraniaceae** (1 род, 1 вид): *Geranium lucidum* L., **Juglandaceae** (1 род, 1 вид): *Juglans regia* L., **Juncaceae** (1 род, 3 вида): *Juncus subulatus* Forssk., *J.bufonius* L., *J.compressus* Jacq., **Lamiaceae** (6 родов, 6 видов): *Ballota nigra* L., *Melissa oficinalis* L., *Mentha aquatica* L., *Origanum vulgare* L., *Prunella vulgaris* L., *Salvia nemorosa* L., **Lemnaceae** (1 род, 1 вид): *Lemna minor* L., **Lythraceae** (1 род, 1 вид): *Punica granatum* L., **Malvaceae** (4 рода, 5 видов): *Abutilon theophrasti* Medik., *Althaea hirsute* L., *Lavatera thuringiaca* All., *Malva neglecta* Wallr., *M.sylvestris* L., **Moraceae** (1 род, 2 вида): *Ficus carica* L., *Morus alba* L., **Oxalidaceae** (1 род, 1 вид): *Oxalis corniculata* L., **Oleaceae** (2 рода, 1 вида): *Fraxinus coriariifolia*, *F.excelsior, Ligustrum vulgare* L., **Papaveraceae** (3 рода, 4 вида): *Chelidonium majus* L.*, Fumaria officinalis*L., *Papaver ocellatum* L., *P.hybridum* L., **Plantaginaceae** (2

рода, 6 видов): *Plantago lanceolata* L., *P.major* L., *Veronica polita* Fr., *V.arvensis* L., *V.persica* Poir., *V.hederifolia* L., **Plumbaginaceae** (1 род, 1 вид): *Limonium meyeri* L., **Polygonaceae** (2 рода, 5 видов): *Polygonum amphibium* Meisn., *P.nodosum* Pers., *P.persicaria* L., *P.hydropiper* L., *Rumex obtusifolius* L. **Potamogetonaceae** (1 род, 1 вид): *Potamogeton natans* L., **Primulaceae** (1 род, 1 вид): *Anagallis arvensis* L., **Ranunculaceae** (6 рода, 11 видов): *Adonis bienertii* Butkov ex Riedl., *Batrachium rionii* Lagger., *Clematis vitalba* L., *Consolida orientalis* Schrödinger, *Ranunculus arvensis* L., *R.bulbosus* L., *R.chius* DC., *R.muricatus* L., *R.repens* L., *R.sceleratus* L., *Thalictrum minus* L., **Rhamnaceae** (2 рода, 2 вида): *Paliurus spina-christi* Mill., *Rhamnus pallasii* Fisch ex Mey., **Rosaceae** (10 родов, 17 видов): *Agrimonia eupatoria* L., *Cerasus microcarpa* (C.A.Mey) Koch., *Cornus mas* L., *C.sanguinea* subsp. *australis* (C.A.Mey.) Soó, *Crataegus pentagyna* Waldst. & Kit. ex Willd., *C.pseudoheterophylla* Pojark., *C.curvisepala* Lindm., *Cydonia oblonga* Mill., *Prunus spinosa* L., *Prunus divaricata* L., *Pyrus salicifolia* Pall., *Rosa canina* L., *R.corymbifera* Borkh., *R.spinosissima* L., *Rubus sanguineus* Juz., *R.caesius* L., *Sorbus torminalis* (L.) Crantz, **Rubiaceae** (3 рода, 5 видов): *Galium mollugo* L., *G.aparine, G.tricornutum* Dandy., *Rubia tinctorum* L., *Sherardia arvensis*, **Salicaceae** (2 рода, 13 видов): *Salix alba* L., *S.australior* Andersson, *S.caprea* L., *S.phlomoides* M.Bieb., *S.purpurea* L., *S.caspica* Pall., *S.wilhelmsiana* M.Bieb., *S.triandra* L., *S.australior, S.pentandroides* Sennikov., *Populus euphratica* Olivier., *P.alba* L., *P.hybrida* M.Bieb, *P.nigra* Mill., **Smilaceae** (1 род, 1 вид): *Smilax exelsa* L., **Scrophulariaceae** (2 рода, 3 вида): *Scrophularia umbrosa* Dumort., *Verbascum blattaria* L., *V.phoeniceum* L., **Solanaceae** (6 род, 6 видов): *Datura stramonium* L., *Hyoscyamus niger* L., *Lycium ruthenicum* Murray., *Physalis alkekengi* Lour., *Solanum persicum* Willd., *S.nigrum* L., **Tamaricaceae** (1 род, 3 вида): *Tamarix meyeri* Boiss., *T.kotschyi* Bunge., *T.hohenackeri* Bunge., **Typhaceae** (2 рода, 1 вида): *Sparganium erectum* L., *Typha latifolia* L., **Ulmaceae** (1 род, 5 видов): *Ulmus campestris* L. syn. *U.glabra* Huds., *U.laevis* Pall., *U.foliacea* Gilib., *U.syberosa* Moench, *U.densa* Litv., **Viburnaceae** (1 род, 1 вид): *Sambucus ebulus* L., **Violaceae** (1 род, 4 вида): *Viola alba* L., *V.arvensis* L., *V.kitaibeliana* L., *V.occulta* L., **Vitaceae** (1 род, 1 вид): *Vitis silvestris* L., **Platanaceae** (1 род, 1 вид): *Platanus orientalis* L.

Эндемизм флоры тугайных лесов Азербайджана. Эндемиками называются растения, встречающимся только на определенной территории. Когда используется понятие «эндемик региона», имеется в виду экорегион Кавказа. В этот экорегион входят Большой Кавказ, Малый Кавказ, Талыш, Колхида (РФ, Азербайджан, Грузия, Армения), соседние территории Турции (Северо-Анатолийские горы) и Ирана (горы Эльбурс) [6]. Кавказский экорегион охватывает территории 6 соседних государств (*рисунок 3*).



Рисунок 3. Карта Кавказского экорегиона [6].

В него входят макроэндемики, входящие в Кавказский экорегион, субэндемичные виды, встречающиеся по обе стороны Большого и Малого Кавказа (РФ, Грузия, Армения) и эндемики только Южного Кавказа (Азербайджан, Грузия, Армения), эндемики Кавказа и Понтийских гор, а также эндемики Кавказа и Эльбурза.

В *таблице 2* представлены таксономическая структура и эндемизм тугайной флоры. Общее количество видов тугайной флоры Азербайджана составляет 227 вида, принадлежащих к 57 семейству и 156 родам. Это 5% от всей флоры. Основными доминирующими семействами флоры являются Rosaceae (21 видов), Ranunculaceae (14 видов), Salicaceae (13 видов), Cyperaceae (11 видов), Caryophyllaceae (9 видов), Fabaceae (7 видов). Эндемизмом отличаются семейства Rosaceae (4 вида), Ranunculaceae (7 видов), Asteraceae (3 вида).

Таблица 2

Эндемизм тугайных лесов Азербайджана

Ареал эндемизма	**Общее количество видов**	**Эндемичные виды внутри семейств**							
		Rosaceae	**Asteraceae**	**Ranunculaceae**	**Cyperaceae**	**Salicaceae**	**Fabaceae**	**Caryophyllaceae**	**Colchicaceae**
Широкоареальные виды	**212**	**17**	**15**	**11**	**11**	**13**	**11**	**7**	**-**
Эндемичные виды	**15**	**4**	**3**	**2**	**1**	**-**	**-**	**2**	**2**
В том числе:									
Сев. Кавказ (Россия), Юж. Кавказ, Иран, Турция	**5**	1	1	1	-	-	-	-	2
Сев. Кавказ (Россия), Юж. Кавказ, Турция	**2**	1	-	-	-	-	-	-	-
Сев. Кавказ (Россия), Юж. Кавказ, Иран	**4**	1	-	1	1	-	-	-	-
Сев. Кавказ (Россия) и Южный Кавказ	**2**	-	1	-	-	-	-	-	-
Южный Кавказ	**3**	1	1	-	-	-	-	2	-
Итого	***227***	19	10	9	12	14	11	9	**2**

I. Региональные эндемики IV категории. Ареал: Северный Кавказ (Россия), Южный Кавказ, Иран и Турция:

1. *Klasea quinquefolia* (Willd.) Greuter & Wagenitz. (Asteraceae). Самур-Дивичинская низменность (Дизаварчай, Тугчай), Куринская равнина (Караязский заповедник), Алазан-Айричайская долина. В лесах по опушкам, среди кустарников.

2. *Alnus barbata* C.A.Mey (Betulaceae). Куринская равнина (Караязский заповедник), Алазан-Айричайская долина. От низменности до среднего горного пояса.

3. *Pterocarya pterocarpa* (Michx.) Kunth ex Iljinsk. (Juglandaceae). Алазан-Айричайская долина. От низменности до нижнего горного пояса.

4. *Ranunculus trachycarpus* Fisch. & C.A. Mey. (Ranunculaceae). Самур-Дивичинская низменность, Алазан-Айричайская долина. На болотистых местах.

5. *Malus orientalis* Uglitzk. (Rosaceae). Самур-Дивичинская низменность, Алазан-Айричайская долина, Куринская равнина, Степное плоскогорье. В составе лесов.

6. *Colchicum eichleri* (Regel) K.Perss (Colchicaceae). Куринская равнина (Караязский заповедник). В лесу в травостое.

7. *C.trigynum* (Steven ex Adams) Stearn (Colchicaceae). Куринская равнина (Караязский заповедник). В лесу в травостое.

II. Региональные эндемики III категории. Ареал: Северный Кавказ (Россия), Южный Кавказ и Турция (2 семейства, 2 вида):

1. *Hedera caucasica* Pojark. (Araliaceae). Алазан-Айричайская долина, Куринская равнина (Караязский заповедник). В лесах.

2. *Lysimachia verticillaris* Bieher. (Primulaceae). Самур-Дивичинская низменность, Алазан-Айричайская долина. В лесах, среди кустарников по берегам рек.

III. Региональные эндемики III категории. Ареал: Северный Кавказ (Россия), Южный Кавказ и Иран (4 семейства, 4 вида):

1. *Allium paradoxum* (M.Bieb.) G.Don (Alliaceae). Куринская равнина (Караязский заповедник), Басутчайский заповедник. В лесу.

2. *Torulinium ferax* (Rich.) Ham. (Cyperaceae). Нахичеванская равнина, Куринская равнина (Караязский заповедник). На влажных, илистых и песчаных берегах.

3. *Ranunculus villosus* DC (Ranunculaceae). Самур-Дивичинская низменность, Куринская равнина (Караязский заповедник), Степное плоскогорье. От низменности до среднего горного пояса на влажных местах.

4. *Mespilus germanica* L. (Rosaceae). Карабахская равнина, Алазан-Агричайская долина, Степное плоскогорье, Куринская равнина (Караязский заповедник). В составе лесов.

IV. Эндемики Большого Кавказа (суб-эндемики Азербайджана). Ареал: Северный Кавказ, Южный Кавказ:

1. *Centaurea transcaucasica* Sosn. ex Grossh. (Asteraceae). Самур-Дивичинская низменность, Степное плоскогорье. На низменности, на нижнем горном поясе, среди кустарников, по опушкам леса.

2. *Berberis iberica* Steven & Fisch. ex DC. (Berberidaceae). Карабахская равнина, Алазан-Агричайская долина, Степное плоскогорье, Куринская равнина (Караязский заповедник). В лесу, по опушкам.

3. *Dianthus cyri* Fisch. & C.A. Mey. (Berberidaceae). Куринская равнина (Караязский заповедник). По берегам, на сухих песчаных местах.

4. *D.schemachensis* Schischk. (Berberidaceae). Куринская равнина (Караязский заповедник). На сухих глинистых местах.

V. Эндемики Южного Кавказа (суб-эндемики Азербайджана). Ареал: Южный Кавказ:

1. *Taraxacum grossheimii* Schischk. (Asteraceae). Куринская равнина (Караязский заповедник). На низменности до среднего горного пояса. В разреженных местах леса.

2. *Cotoneaster saxatilis* Pojark. (Rosaceae). Долина Варафта (Дизаварчай, Тугчай), Хребет Тахтаяйлаг (Гозлучай). Среди редколесья.

3. *Rosa prilipkoana* Sosn. (Rosaceae). Степное плато, долина Турианчая. По опушкам, вблизи берегов.

Современные проблемы тугайных лесов Азербайджана. Тугайные леса являются наиболее поврежденной лесной экосистемой. В последнее время тугайная растительность сильно сокращается из-за неустойчивого землепользования и чрезмерной эксплуатации водных ресурсов [7, 8].

В результате глобальных изменений климата и увеличения все большего спроса на водные ресурсы рек Кура, Аракс, Алазани, Самур и др. это вызвало резкое снижение водности крупных рек. Это, в свою очередь, вызывает снижение влажности почвы в руслах рек. Управление речными водами с помощью различных плотин снижает плодородие тугайной почвы. В результате перевыпаса и незаконной вырубки тугайные леса значительно сократились. Дендрофлора тугайных полос на некоторых берегах рек практически истощена. На месте вырубленных деревьев густо разрослись различные кустарники и лианы.

В тугайных лесах речной системы Алазань-Айричая вырубка тополей, которые составляют верхний ярус, создает риски разрушения других ярусов (с дикой фисташкой, боярышником, ивой, лохом, ясенем, шелковицей и др.). Еще одним видом деятельности, приводящим к уничтожению тугайных лесов, является чрезмерная эксплуатация речных гравийных русел. Другая проблема – влияние некоторых болезнетворных микроорганизмов и растений-паразитов.

Считаем необходимым принять государственную программу восстановления тугайных лесов. Ограждение тугайных лесов даст эффективные результаты. Важно собирать семена тугайных растений и разбрасывать их по территории, периодически искусственно орошать территорию, сохранять тугайную растительность.

Список литературы

1. Zeng Y., Zhao C., Kundzewicz Z.W., Lv G. Distribution pattern of Tugai forests species diversity and their relationship to environmental factors in an arid area of China // Jouirnals Plos One. 2020. Vol. 15 (5). e0232907.

2. Восстановление лесных ландшафтов на Кавказе и в Центральной Азии. Женевский дискуссионный документ по сектору лесного хозяйства и лесной промышленности 72. Справочное исследование для заседания Круглого стола министров по восстановлению лесных ландшафтов и

Боннскому вызову на Кавказе и в Центральной Азии (21-22 июня 2018 г., г. Астана, Казахстан). [Электронный ресурс]. URL: https://unece.org/DAM/timber/publications/DP-72-flr-cca-ru.pdf.

3. Dukenov Z., Utebekova A., Kopabayeva A., Shynybekov M., Akhmetov R., Rakymbekov Z., Bekturganov A., Dosmanbetov D. Influence of Climatic Changes on the Dendrochronological Features of Tugai Forests along the Syr Darya and Ili Rivers in the Territory of Kazakhstan // International Journal of Design & Nature and Ecodynamics. 2023. Vol. 18. No. 4. P. 975-982.

4. Адеишвили М. Региональный анализ результатов предварительных исследований экономики экосистем и биоразнообразия (TEEB) в лесных секторах Армении, Азербайджана и Грузии. Тбилиси, 2015. 44 с.

5. Заповедники СССР. Заповедники Кавказа / Под. общ. ред. В.Е. Соколова, Е.Е. Сыроечковского. М.: Мысль, 1990. 365 с.

6. Zazanashvili N., Garforth M., Bitsadze M. Ecoregional conservation plan for the Caucasus, 2020 edition: Supplementary reports. Tbilisi, 2020. 176 p.

7. Thevs N., Zerbe S., Peper Ja., Succow M. Vegetation and vegetation dynamics in the Tarim River floodplain of continental-arid Xinjiang, NW China // Phytocoenologia. 2008. Vol. 38 (1-2). P. 65-84.

8. Thevs N., Zerbe S., Schnittler M., Abdusalih N., Succow M. Structure, reproduction and flood-induced dynamics of riparian Tugai forests at the Tarim River in Xinjiang, NW China / An International Journal of Forest Research. 2008. Vol. 81. Is. 1. P. 45-57.

УДК 58.009: 58.006: 58.02
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1539-1544

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *SCHIVERECKIA HYPERBOREA* В ЮЖНО-УРАЛЬСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

TO CHARACTERIZE THE COENOPOPULATION OF SCHIVERECKIA HYPERBOREA IN THE SOUTH URAL RESERVE

Юсупова О.В.[1], Абрамова Л.М.[2]
Yusupova O.V.[1], Abramova L.M.[2]

[1]Южно-Уральский заповедник, д. Реветь, Россия
[2]Южно-Уральский ботанический сад-институт, Уфа, Россия
[1]South Ural Reserve, village Revet, Russia
[2]South Ural Botanical Garden-Institute, Ufa, Russia

E-mail: [1]yusupova_ov@mail.ru, [2]abramova.lm@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты изучения жизненных и репродуктивных характеристик растений редкого реликтового вида для Южного Урала *Schivereckia hyperborea (L.) Berkutenko* из ценопопуляции в Южно-Уральском заповеднике. Природная ценопопуляция произрастает по обрывистому береговому склону одной из скал вдоль правого береги реки М. Инзер. Данная ценопопуляция приурочена к сообществау остепненных сосновых лесов с подлеском из степных кустарников ассоциации ***Ceraso fruticis – Pinetum sylvestris*** Solomeshch et al. 2002. Охарактеризованы морфометрические показатели растений и семян, приведены данные по семенной продуктивности. По внешним признакам измеряемых параметров растения имеют сходство с *S. berteroides,* ранее приводимого для Южного Урала вида из группы уральских шиверекий. Реальная семенная продуктивность изученных растений шиверекии на один побег составляет 125,70, а на одно растение – 3050,44 семян. Данный показатель значительно уступает значению потенциальной семенной продуктивности на побег и на одно растение – 223,22 и 4869,96 семян соответственно. Коэффициент семенной продуктивности на побег и на одно растение составляет 53-59%. Средняя плотность в ЦП *S. hyperborea* составляет 4,6 экз./м^2. Ценопопуляция относится к зреющему типу (Δ=0,33; ω=0,77). Выявлено, что в естественных условиях обитания ценопопуляция является относительно малочисленной со средними показателями семенного возобновления, в связи с этим нуждается в особом внимании к ее состоянию в природной среде.

Ключевые слова: *Schivereckia hyperborea* (L.) Berkutenko, морфометрические параметры, редкий вид, семенная продуктивность, онтогенез, Южно-Уральский заповедник.

Abstract. The article presents the results of a study of the life and reproductive characteristics of plants of a rare relict species for the Southern Urals, Schivereckia hyperborea (L.) Berkutenko, from a cenopopulation in the South Ural Nature Reserve. The natural coenopopulation grows along the steep coastal slope of one of the rocks along the right bank of the M. Inzer River. This cenopopulation is confined to a community of steppe pine forests with an undergrowth of steppe shrubs of the association Ceraso fruticis – Pinetum sylvestris Solomeshch et al. 2002. The morphometric parameters of plants and seeds are characterized and data on seed productivity are provided. According to the external characteristics of the measured parameters, the plants are similar to S. berteroides, a species from the group of Ural Shiverekias previously reported for the Southern Urals. The actual seed productivity of the studied Shiverekia plants per shoot is 125.70, and per plant - 3050.44 seeds. This indicator is significantly lower than the value of potential seed productivity per shoot and per plant – 223.22 and 4869.96 seeds, respectively. The seed productivity coefficient per shoot and per plant is 53-59%. The average density in the CP of S. hyperborea is 4.6 ind./m2. The cenopopulation belongs to the maturing type (Δ=0.33; ω=0.77). It was revealed that in natural habitats the cenopopulation is relatively small in number with average rates of seed renewal, and therefore requires special attention to its state in the natural environment.

Key words: *Schivereckia hyperborea (L.) Berkutenko*., morphometric parameters, rare species, seed productivity, ontogenesis, South Ural Reserve.

Введение. Присутствие горно-степных элементов флоры в составе растительности экстразональных группировок в горной местности свидетельствует о термическом влиянии в эпоху голоцена, что привело к инвазии и доминированию в фитоценозах некоторых степных растений, имеющих широкий ареал в степях Евразии. К таким растениям следует отнести мало изученный вид на Южном Урале *Schivereckia hyperborea* (L.) Berkutenko, изредка встречающийся по прогреваемым склонам известковых приречных скал в условиях горно-таежной зоны. Изучение биологии и распространения подобных видов в горной области является актуальной

задачей в связи с температурными колебаниями относительно климатической нормы за последние годы.

Schivereckia hyperborea (L.) Berkutenko – Шиверекия северная – представляет собой серию викарирующих эндемичных рас, связанных с обнажениями карбонатных пород в различных районах Восточной Европы [1]. Собственно, *S. podolica* (Bess.) Andrz. ex DC. приурочена к Западу Украины (Подолии), а на Урале из состава данной группы М. И. Алексеенко были описаны несколько видов: *S. berteroides* Fisch. ex M. Alexeenko (Южный Урал), *S. monticola* M. Alexeenko (Средний Урал, северная часть Южного Урала, Приволжская возвышенность) и *S. kusnezovii* M. Alexeenko (СеверныйУрал) [2]. По мнению автора, уральский ряд шиверекий обособился от *S. podolica* s. str. еще в неогене, когда на обнажениях горных пород в южной части Урала произрастала его исходная форма, близкая к *S. berteroides*, проникшая на юг из горных районов Европы. Вследствие горообразовательных процессов произошла дифференциация от исходной формы и обособление от нее *S. monticola*, и со временем - самого молодого представителя этой группы – *S. kusnezovii*. Дальнейшими исследованиями были установлены нечеткость и нестабильность морфологических отличий, на основании которых М.И. Алексеенко были выделены 3 уральских вида шиверекий, и невозможность их различения, вследствие чего они были вновь включены в состав *S. podolica* [3, 4]. В настоящее время род *Schivereckia* объединяет два вида, один из которых (*S. doerfleri* (Wettst.) Bornm.) произрастает в горах Балканского п-ова и Малой Азии, другой с действующим бинарным названием– *Schivereckia hyperborea* (L.) Berkutenko, syn. *S. podolica* (Bess.) Andrz. ex DC.) имеет широкий, но дизъюнктивный ареал в Восточной Европе (Подольско-Волынское плато, Восточная Галиция, Среднерусская и Приволжская возвышенности, Урал).

Ранее *Schivereckia hyperborea* считался эндемичным видом Урала, однако в результате развития систематики растений его статус был изменен на более широко распространенный [5]. Является скальным реликтом европейского происхождения, связанным с плейстоценовыми миграциями петрофильных европейских видов в восточном направлении. Произрастает в расщелинах скальных обнажений известняков и других основных горных пород, на каменистых склонах и осыпях, береговых скалах. Встречается преимущественно в лесном поясе, очень редко поднимается в высокогорья. Является характерным представителем природных комплексов меловых обнажений – «сниженных альп» [6]. Согласно географическому распространению восточноевропейский южнобореально-неморально-лесостепной вид с дизъюнктивным ареалом. Внесен в Красные книги Челябинской [7] и Свердловской областей [8] с категорией редкости 3 и 5. Относится к декоративным растениям.

Объект и район исследований. Морфологическое описание *Schivereckia hyperborea*. Горно-степной подушковидный хамефит, высотой 10-30 см, засухоустойчивый кальцефит, петрофит, ксерофит [6]. Корневищный (в природе) или стержнекорневой (в культуре) поликарпик, образующий декоративные розеточные побеги с прикорневыми короткочерешковыми листьями по форме продолговато-обратноовальными или продолговато-обратноланцетными. В основании генеративные побеги покрыты серыми звездчатыми волосками. Стеблевые листья овальные, несколько стеблеобъемлющие. Чашелистики отстоящие, длиной около 2,5 мм. Лепестки длиной около 5 мм широкие, с ноготком, белые. Нити длинных тычинок расширены и снабжены зубцом. Плоды – серо-войлочные эллипсовидные стручочки, длиной 3–4 мм, сжатые со спинки, с плоскими створками; столбик удлиненный; гнезда с 4-8-10 семенами. Семена слегка сплюснутые. Цветет в мае, плодоносит в июне-июле. Хорошо размножается семенами [9, 10].

Исследования проведены в западной части Южно-Уральского заповедника, относящейся к району широколиственно-темно-хвойных лесов Южного Урала с низкогорным рельефом [11]. Климат умеренно континентальный. По данным ближайшей Инзерской метеостанции среднегодовая температура воздуха составляет 1,2°С, среднемесячная температура января равна -15,8°С, июля +17,0°С, годовая сумма осадков составляет 667 мм, продолжительность вегетационного периода – 164 дня, безморозного периода – 107 дней, сумма температур выше 10°С достигает 1800°С [12]. В целом климат района значительно более влажный и прохладный, однако имеются отдельные локальные экотопы – скалы и крутые южные склоны долин рек, где экстремальные мезоклиматические и эдафические условия способствуют выживанию шиверекии северной в условиях слабой конкуренции со стороны других видов.

Наблюдения проводились за ценопопуляцией, локализованной на скале правого берега р. М. Инзер (кв. 112 Ямаштинского участкового лесничества), известной местному населению под названием Башкирская скала.

Материал и методы исследований. Материалом являются растения и семена, собранные из природной ценопопуляции *S. hyperborea.* Изучение морфометрии *S. hyperborea* в природных условиях проводилось согласно методу В.Н. Голубева [13] на 25 средневозрастных генеративных особях в ценопопуляции в стадии массового цветения. Семенную продуктивность определяли по общепринятой методике [14]. Учитывали число семязачатков и семян в цветах и плодах (стручочках) на один побег и растение (подушку), измеряли длину и ширину стручочка, соцветия (соплодия) и т.д. Путем пересчета определяли реальную (РСП) и потенциальную семенную продуктивность (ПСП), коэффициент продуктивности (отношение реальной семенной продуктивности к потенциальной). При характеристике онтогенетических состояний шиверекии учитывали общепринятые показатели [15, 16]. Онтогенез шиверекии северной приведен в онтогенетическом атласе [6].

Результаты и их обсуждение. В синтаксономическом отношении исследуемые ценопопуляции произрастают в сообществах остепненных сосновых лесов с подлеском из степных кустарников ассоциации ***Ceraso fruticis – Pinetum sylvestris*** Solomeshch et al. 2002 союза ***Caragano fruticis - Pinion sylvestris*** Solomeshch et al. 2002 класса ***Brachypodio pinnatae - Betuletea pendulae*** Ermakov, Korolyuk et Lashchinsky 1991. Сообщества приурочены к крутым обрывистым склонам южных экспозиций вдоль долин рек, сложенных известняками и доломитами на высотах 400–600 м над ур. м. и формируются на щебнистых дерновых перегнойно-карбонатных горно-лесных слаборазвитых почвах [17]. Подробная ботаническая характеристика сообщества, в которой произрастает ценопопуляция шиверекии, приведена нами ранее [18, 19].

В *таблице 1* представлены значения морфометрических параметров растений в ценопопуляции. Следует отметить, что генеративные побеги исследуемых растений ветвистые с наличием от 1 до 6 боковых побегов включительно, что приближает по описанию данный вид к *S. berteroides*. На это также указывает высота растений – от 8,9 до 16,8 см, где значения более приближены к параметрам упомянутого вида, поскольку для *S. monticola* высота побега варьирует в пределах 15-30 см [9]. У зрелых цветущих растений подушки насчитывают в среднем 32,80 шт. генеративных побегов и 24,60 шт. розеточных побегов. Число цветков на соцветие варьирует от 12 до 36 шт., в среднем это число составляет 24,66 шт.

Таблица 1

Внутрипопуляционная изменчивость морфометрических признаков *S. hyperborea* в ценопопуляции

Параметры растений	M±m	C_v,%	min	max
Высота растения, см	12,32±0,38	15,47	8,9	16,8
Длина соцветия, см	2,43±0,17	36,96	1,4	5,2
Число цветков, шт.	24,66±1,28	26,14	12	36
Число генеративных побегов в подушке, шт.	32,80±3,94	60,17	8	84
Число боковых побегов, шт.	3,08±0,34	54,03	1	6
Число розеточных побегов в подушке, шт.	24,60±3,11	63,28	3	62
Число прикорневых листьев в розетке, шт.	10,60±0,62	29,33	4	17
Число стеблевых листьев, шт.	4,68±0,23	25,22	2	8

Примечание: M±m – средняя и ее ошибка; C_v – коэффициент вариации, %; min – минимальное значение параметра; max – максимальное значение параметра.

Шиверекия северная является перспективным для озеленения аборигенным растением с высокими декоративными качествами [20, 21]. В природной ценопопуляции были определены также параметры семян *S. hyperborea* и его семенная продуктивность *(таблица 2)*.

По собственным наблюдениям для шиверекии в изученной ценопопуляции свойственно кистевидное соцветие длиной от 1,4 до 5,2 см, к моменту плодообразования вытягивающееся в среднем до 6,28 см, (3,5-10 см). В нем насчитывается в среднем 18,96 стручочков (варьирует в пределах от 11 до 29 шт.). Средние значения параметров длина и ширина стручочка составляют 5,54 и 2,98 мм, при этом зафиксированы максимальная длина и ширина стручочка, равные 8 и

4,5 мм соответственно. Полученные метрические параметры семян согласуются с таковыми из жигулевской ценопопуляции [22]. В стручочках насчитывается максимум до 18 зрелых мелких. элипсоидальной формы семян, в среднем их число равно 9,75 шт. Данный показатель меньше, чем количество семязачатков в цветке (11,60 шт.). Число завязавшихся стручочков на один побег варьирует от 8 до 26 шт., в среднем 13,34 шт. Реальная семенная продуктивность на один побег для шиверекии составляет 125,70, а на одно растение – 3050,44 семян. Данный показатель значительно уступает значению ПСП на побег и на одно растение – 223,22 и 4869,96 семян соответственно. Коэффициент семенной продуктивности на побег и на одно растение составляет 53-59%. Таким образом, путем прямого пересчёта семян выявлено, что потенциальные возможности вида гораздо выше реализуемых в репродуктивном отношении. По всей видимости, абиотические факторы, в частности эдафические и климатические условия экотопа оказывают прямое воздействие на семенное возобновление данного вида. Воздействие биотических факторов следует считать маловероятным, поскольку следов воздействия каких-либо насекомых нами не выявлено.

Таблица 2

Морфометрические параметры семян и семенная продуктивность *S. hyperborea* в ценопопуляциях (n=50)

Параметры плодов и семян	M±m	C_v,%	min	max
Длина соплодия, см	6,28±0,20	22,86	3,5	10
Число стручочков, шт.	18,96±0,52	19,55	11	29
Длина стручочка, мм	5,54±0,14	19,10	4	8
Ширина стручочка, мм	2,98±0,06	14,38	2,5	4,5
Длина плодоножки стручочка, мм	9,43±0,19	14,75	5	12
Число семязачатков в цветке (ПСП), шт.	11,60±0,89	54,32	0	28
Число выполненных семян в стручочке (РСП), шт.	9,75±0,67	48,73	0	18
Число не выполненных семян в стручочке, шт.	2,17±0,41	132,54	0	12
Коэффициент семенной продуктивности для стручочка, %	*82,85±3,11*	*25,48*	*0*	*100*
Число завязавшихся стручочков на побег, шт.	13,34±0,46	24,63	8	26
Число не завязавшихся стручочков на побег, шт.	6,02±0,33	39,91	0	13
Общее число стручочков на побег, шт.	19,36±0,57	20,86	12	30
ПСП на побег, шт.	223,22±18,72	59,31	0	676
РСП на побег, шт.	125,70±10,36	58,31	0	312
Коэффициент семенной продуктивности на побег, %	*53,52±3,04*	*39,77*	*0*	*100*
ПСП семян на растение, шт.	4869,96±79,85	90,33	0	20944
РСП на растение, шт.	3050,44±96,02	97,69	0	13872
Коэффициент семенной продуктивности на растение, %	*59,06±3,93*	*31,92*	*0*	*100*

Примечание: В числителе: M±m – средняя и ее ошибка; минимальное и максимальное (min-max) значения по указанному параметру. C_v – коэффициент вариации, %.

Анализ онтогенетической структуры растений дает представление о ступенях развития популяции на определенном отрезке времени. Сведения об онтогенетической структуре и демографических показателях изученной популяции шиверекии приведены в *таблице 3*.

Путем прямого подсчета на площади равной 30 м^2 выявлено 115 особей шиверекии северной разного онтогенетического состояния. Средняя плотность в ЦП *S. hyperborea* составляет 4,6 экз./м^2. По всему периметру отвесной скалы визуально отмечается присутствие цветущих растений в небольшом количестве – до 150 экземпляров. Возможно, на состоянии ценопопуляции благоприятно сказывается отсутствие степных кустарников и любого рода рекреационной нагрузки в связи с обрывистым рельефом самой приречной скалы.

По классификации А.А. Уранова и О.В. Смирновой [23], изученная нами ценопопуляция относится к нормальной неполночленной. В спектрах представлены растения не всех возрастных состояний, отсутствуют проростки, ювенильные, старые генеративные и сенильные растения.

Возрастная структура ЦП имеет правосторонний одновершинный тип спектра с преобладанием средневозрастных растений (29-47%). Шиверекия северная возобновляется семенным путем, поэтому очевидно, что самоподдержание ценопопуляций осуществляется за счет генеративных растений. Среди демографических показателей оценка возрастности Δ (дельта) и эффективности ω (омега) показала, что ценопопуляция относится к зреющему типу (Δ=0,33; ω=0,77). Индекс восстановления низкий, равен 0,31, что свидетельствует о плохом пополнении молодыми особями и преобладании генеративной группы. Индекс старения равен нулю, что, вероятно, связано с интенсивным отмиранием особей в старом генеративном состоянии.

Таблица 3

Онтогенетическая структура и демографические показатели ЦП *S. hyperborea*

Плотность, экз./м^2	Онтогенетическое состояние, %						Демографические показатели				
	p	j	im	v	g_1	g_2	Δ	ω	Тип ЦП	$I_в$	$I_{ст}$
4,6	-	-	13,40	10,43	29,48	46,95	0,33	0,77	Зреющая	0,31	0,00

Таким образом, изученная нами ценопопуляция *S. hyperborea* в Южно-Уральском заповеднике в естественных условиях обитания является относительно малочисленной со средними показателями семенного возобновления, в связи с этим нуждается в особом внимании к ее состоянию в природной среде. Для ее сохранения необходимы меры по восстановлению численности искусственным путем – подсевом семян и культивирования в условиях интродукции. В настоящее время при заповедном режиме за ценопопуляцией ведется ежегодный мониторинг.

Список литературы

1. Эндемичные растения Урала во флоре Свердловской области / П.В. Куликов, Н.В. Золотарева, Е.Н. Подгаевская; Науч. ред. В.А. Мухин. Екатеринбург: Гощицкий, 2013. 612 с.
2. Алексеенко М.И. Новые виды рода *Schivereckia* Andrz. // Бот. материалы Гербария Бот. ин-та им. В.Л. Комарова АН СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1946. Т. 9. С. 215-231.
3. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья-95, 1995. 992 с.
4. Дорофеев В.И. Крестоцветные (Cruciferae Juss.) Европейской России // Turczaninowia. 2002. Т. 5. Вып. 3. С. 5-114.
5. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). Екатеринбург: Ильменский гос. заповедник. 2005. 537 с.
6. Серикова В.И., Лепешкина Л.А., Воронин А.А., Кузнецов Б.И. Онтогенез шиверекии подольской (*Schivereckia podolica* (Bess.) Andrz. ex DC.). // Онтогенетический атлас растений / ред. Л.А. Жукова. Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2013. С. 260-264.
7. Красная книга Челябинской области: Животные. Растения. Грибы / В.Г. Байтеряков, В.Д. Богданов, Е.И. Вейсберг [и др.]; Министерство экологии Челябинской области, Особо охраняемые природные территории Челябинской области. 2-е издание. Москва: ООО Товарищество научных изданий КМК, 2017. 511 с.
8. Красная книга Свердловской области: животные, растения, грибы / Отв. ред. Н.С. Корытин; Министерство природных ресурсов Свердловской области; Институт экологии растений и животных УрО РАН. Второе издание. Екатеринбург: ООО «Мир», 2018. 450 с.
9. Кучеров Е.В., Мулдашев А.А., Галеева А.Х. Охрана редких видов растений на Южном Урале. Москва: Наука СССР, 1987. 204 с.
10. Саксонов С.В., Васюков В.М., Сенатор С.А., Раков Н.С., Сидякина Л.В. О некоторых реликтовых элементах флоры среднего Поволжья // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017. Т. 26, № 4. С. 46-65.
11. Горичев Ю.П. Общая характеристика природного комплекса // Флора и растительность Южно-Уральского государственного природного заповедника / ред. Б.М. Миркин. Уфа: Гилем, 2008. С. 11-70.
12. Горичев Ю.П. Район широколиственно-темнохвойных лесов Южного Урала // Актуальные вопросы современного естествознания Южного Урала: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Челябинск, 2016. С. 23-31.
13. Голубев В.Н. Основы биоморфологии травянистых растений центральной лесостепи. Воронеж, 1962. 511 с.
14. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботанический журнал. 1974. Т. 59, № 6. С. 826-831.

15. Заугольнова Л.Б., Жукова А.А., Комаров А.С., Смирнова О.В. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). Москва: Наука СССР, 1988. 184 с.

16. Животовский Л.А., Онтогенетическое состояние, эффективная плотность и классификация популяций. Экология 1**.** 2001. С. 3-7.

17. Мартыненко В.Б., Широких П.С., Мулдашев А.А. Синтаксономия лесной растительности //Флора и растительность Южно-Уральского государственного природного заповедника / ред. Б.М. Миркин. Уфа: Гилем, 2008. С. 189-192.

18. Юсупова О.В., Абрамова Л.М., Горичев Ю.П. К характеристике ценопопуляций *Stipa pennata* L. в Южно-Уральском заповеднике // Трансформация экосистем 6 (1). 2022. С. 1-12. DOI: 10.23859/estr-220512

19. Юсупова О.В., С.М. Ямалов. Сообщества реликтовых петрофитных степей Южно-Уральского государственного природного заповедника (ЮУГПЗ) // Вестник Оренбургского государственного университета. 2016. № 7 (195). С. 92-98.

20. Томилова Л.И. Опыт интродукции некоторых эндемичных и реликтовых растений Урала // Успехи интродукции растений на Урале и в Поволжье. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1977. С. 122-131.

21. Абрамова Л.М., Каримова О.А., Вафин Р.В., Миронова Л.Н. Редкие виды Урала и Поволжья в коллекциях ботанического сада города Уфы // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2016. Т. X. № 3. С.97-127.

22. Лапшина Т.А., Плаксина Т.И. Семенная продуктивность рода шиверекия жигулевской популяции // Интродукция, акклиматизация растений, их охрана и использование: Межвуз. сб. Куйбышев, 1986. С. 151-168.

23. Уранов А.А., Смирнова О.В. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений // Бюллетень МОИП 79. 1969. С. 119-135.

УДК 528.88. 528.854. 631.459.3
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1545-1550

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ОПУСТЫНИВАНИЯ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

GEOINFORMATION ANALYSIS OF DESERTIFICATION OF ARID TERRITORIES

Юферев В.Г.
Yuferev V.G.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», Волгоград, Россия
Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation, Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

E-mail: yuferevv@vfanc.ru

Аннотация. Геоинформационный анализ состояния, функционирования и динамики процессов опустыненных территорий с применением геоинформационных технологий обеспечивает пространственно-определенной информацией о степени опустынивания ландшафтов, а аналитическое картографирование дает возможность установить закономерности процессов деградации и опустынивания агролесоландшафтов и их приуроченность к существующим литологическим, почвенным, геоморфологическими, растительным, климатическим условиям, с учетом интенсивности антропогенного воздействия.

Методология картографических исследований функционирования компонентов агролесоландшафтных комплексов в условиях природно-антропогенной трансформации, деградации и опустынивания в переходных природно-географических зонах, базируется на комплексном использовании геоинформационных технологий для картографирования пространственных данных, аэрокосмических методов для анализа актуального состояния агроландшафтов в современных условиях и математико-картографического моделирования для прогнозирования развития опустынивания на территории исследований.

Разработанная ранее методология ландшафтно-динамической оценки процессов деградации и опустынивания к функционированию агролесоландшафтов базируется на гипотезе о том, что ландшафт является сложной геосистемой, включающей разнородные элементы, функционирующие во взаимосвязи, друг с другом и взаимно влияющие друг на друга во времени и пространстве.

Изменения, которые проходят в процессе функционирования ландшафтов, связаны с внешними и внутренними факторами. В связи с этим решение задачи геоинформационного анализа состояния опустыненных территорий в степной, сухостепной и полупустынной природно-климатической зоне с применением информационных технологий и аэрокосмических методов актуальна для разработки соответствующих тематических, аналитических карт и картографических моделей.

Ключевые слова: анализ, состояние, аридные территории, опустынивание. картографирование.

Abstract. Geoinformation analysis of the state, functioning and dynamics of processes in desolate territories using geoinformation technologies provides spatially determined information about the degree of desertification of landscapes, and analytical mapping makes it possible to establish patterns of degradation and desertification of agroforestry landscapes and their relevance to existing lithological, soil, geomorphological, plant, climatic conditions, taking into account the intensity of anthropogenic impact.

The methodology of cartographic studies of the functioning of components of agroforestry landscape complexes in conditions of natural and anthropogenic transformation, degradation and desertification in transitional natural geographical zones is based on the integrated use of geoinformation technologies for mapping spatial data, aerospace methods for analyzing the current state of agro-landscapes in modern conditions and mathematical cartographic modeling to predict the development of desertification in the research area.

The previously developed methodology of landscape-dynamic assessment of the processes of degradation and desertification to the functioning of agroforestry landscapes is based on the hypothesis that the landscape is a complex geosystem, including heterogeneous elements functioning in interconnection with each other and mutually influencing each other in time and space.

The changes that take place during the functioning of landscapes are related to external and internal factors. In this regard, solving the problem of geoinformation analysis of the state of desolate territories in the steppe, dry-steppe and semi-desert natural and climatic zones using information technologies and aerospace methods is relevant for the development of appropriate thematic, analytical maps and cartographic models.

Key words: analysis, condition, arid territories, desertification, mapping.

Введение. Разработка картографических слоев актуального состояния, функционирования и динамики процессов опустынивания, как составной части базы данных геоинформационной системы, позволяет установить современное состояние аридных территорий и на основании сравнения изменений такого состояния, составить прогноз степени опустынивания объектов исследований. Разработанные карты состояния участков аридных территорий фактически являются пространственными моделями, отражающими фактическое состояние исследуемой территории по степени и видам деградации, могут служить для решения как хозяйственных, так и широкого спектра практических задач.

Картографическое геоинформационное моделирование является результатом взаимодействия геоинформатики и компьютерного картографирования. Суть картографического геоинформационного моделирования состояния, функционирования и динамики процессов опустыненных территорий составляет информационно-картографическое описание геосистем [1].

Особенности картографического геоинформационного моделирования:

– высокая степень автоматизации;

– системный подход к отображению и анализу геосистем;

– интерактивность картографирования, тесное сочетание методов создания и использования карт;

– оперативность, приближающаяся к реальному времени, в т.ч. с широким использованием данных дистанционного зондирования;

– многовариантность, допускающая разностороннюю оценку ситуаций и спектр альтернативных решений;

– создание изображений и новых типов и видов (электронные карты, 3D модели и др.).

При этом подготовка входных пространственно-распределенных данных и пространственное представление результатов моделирования реализуется с использованием современных возможностей геоинформационных технологий. Источниками аэрокосмической информации являются космоснимки, получаемые со спутников «WorldView 3, 4», «Sentinel 2», «Landsat-8, 9», «Канопус 2», Terra и архивные аэрофотоснимки ФНЦ агроэкологии РАН.

Материалы и методы. Методология картографических исследований функционирования компонентов агролесоландшафтных комплексов в условиях природно-антропогенной трансформации, деградации и опустынивания в переходных природно-географических зонах, базируется на комплексном использовании геоинформационных технологий для картографирования пространственных данных, аэрокосмических методов для анализа актуального состояния агроландшафтов в современных условиях и математико-картографического моделирования для прогнозирования развития опустынивания на территории исследований.

Разработанная ранее методология ландшафтно-динамической оценки процессов деградации и опустынивания к функционированию агролесоландшафтов базируется на гипотезе о том, что ландшафт является сложной геосистемой, включающей разнородные элементы, функционирующие во взаимосвязи, друг с другом и взаимно влияющие друг на друга во времени и пространстве.

Изменения, которые проходят в процессе функционирования ландшафтов, связаны с внешними и внутренними факторами. В связи с этим решение задачи геоинформационного картографирования состояния опустыненных территорий в степной, сухостепной и полупустынной природно-климатической зоне с применением информационных технологий и аэрокосмических методов актуальна для разработки соответствующих тематических, аналитических карт и картографических моделей.

Геоинформационный анализ и картографирования состояния опустыненных территорий с применением информационных технологий является составной частью формирования базы пространственных данных, которая даёт возможность определить современное состояние [2, 3].

Полученные карты актуального состояния, функционирования и динамики процессов опустынивания территорий, как составная часть банка данных ГИС, позволяют оценить современное состояние и прогнозировать темпы восстановительной динамики ландшафтов в разных лесорастительных условиях. Такие карты фактически являются пространственными моделями, отражающими системное разнообразие исследуемой территории, могут служить для решения как хозяйственных, так и широкого спектра практических задач. Слои локальной ГИС динамики опустынивания аридных территорий составляются по разновременным снимкам. Если моменты съемки отстоят во времени на десятки лет, то приходится сопоставлять разнотипные

данные – космические снимки, полученные разными съемочными системами, или фотопланы, составленные из аэрофотоснимков, с космическими снимками. В случае, когда для определения состояния изучаемого объекта в каждый из моментов наблюдения использовано несколько разных источников, задача решается путем создания и последующего совместного анализа разновременных карт, называемых переходными, которые фиксируют состояние изучаемого объекта на каждом из этапов. Отличительные особенности и несомненное преимущество серии переходных карт – их сопоставимость: они составлены по предварительно геометрически согласованным снимкам, имеют одинаковое содержание (единую легенду) и цензы отбора и обобщения элементов содержания. Эти особенности являются одновременно и условием последующего совместного анализа такого типа разновременных карт средствами геоинформационных технологий [4-6]. Геоинформационный анализ ландшафтов дает возможность выявить очаги деградации и обеспечить рациональное использование ресурсов для их ликвидации или ввести особый режим их использования [7, 8].

Моделирование состояния, функционирования и динамики процессов опустынивания территорий проводится на основе использования аэро- и космосъемок и результатов их геоморфологического, геоботанического, почвенно-мелиоративного, эрозионного и других обследований. Методические основы таких обследований приведены в работах К.Н. Кулика, Н.Н. Бобровицкой, А.С. Рулева [9-11].

Результаты и обсуждение. Дистанционная оценка опустынивания на территории Прикаспийской низменности в 2023 году была проведена с использованием геоинформационных технологий и программ. по данным космоснимков спутников Канопус 2, Landsat 8,9 и Terra в период 27 августа – 15 октября 2023 г., полученных с сервисов https://earthexplorer.usgs.gov и https://worldview.earthdata.nasa.gov. На основе полученной мозаики космоснимков с разрешением 15 м и точностью позиционирования 12 м (Landsat 8,9) были разработаны космокарты территории Прикаспийской низменности *(рисунок 1)*, результаты дешифрирования которых позволили выделить площади земель, подверженных опустыниванию. К таким землям отнесены участки с разной степенью деградации *(рисунок 2)*, при этом выделены границы участков с проективным покрытием растительностью на них менее 10%, соответствующие степени деградации «бедствие» *(рисунок 3)*.

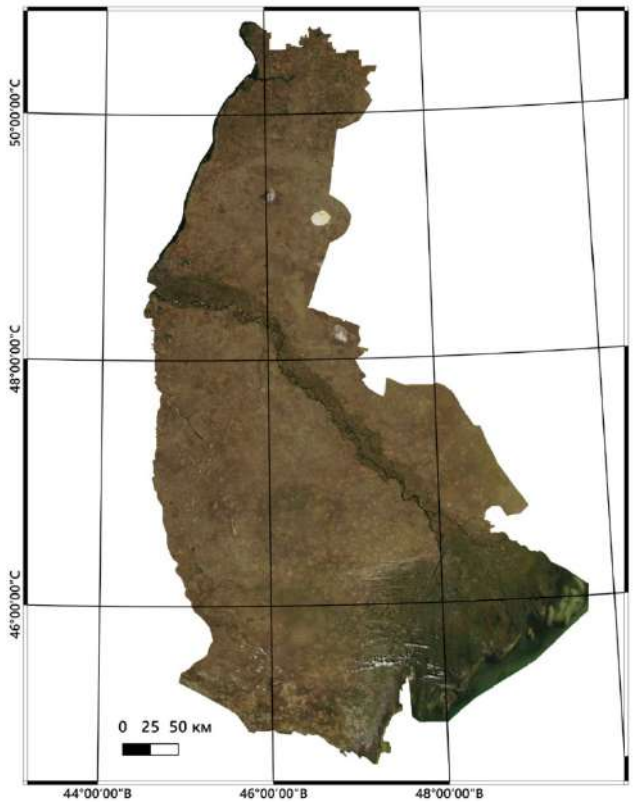


Рисунок 1. Космокарта Прикаспийской низменности (снимок спутника Terra (Aster) от 01.10.2023 г).

Для уточнения характеристик растительных сообществ и почв, а также получения фотоэталонов аридных территорий были проведены полевые исследования на репрезентативных участках. При этом выявлялись состав фитоценозов, проективное покрытие и уровень засоления.

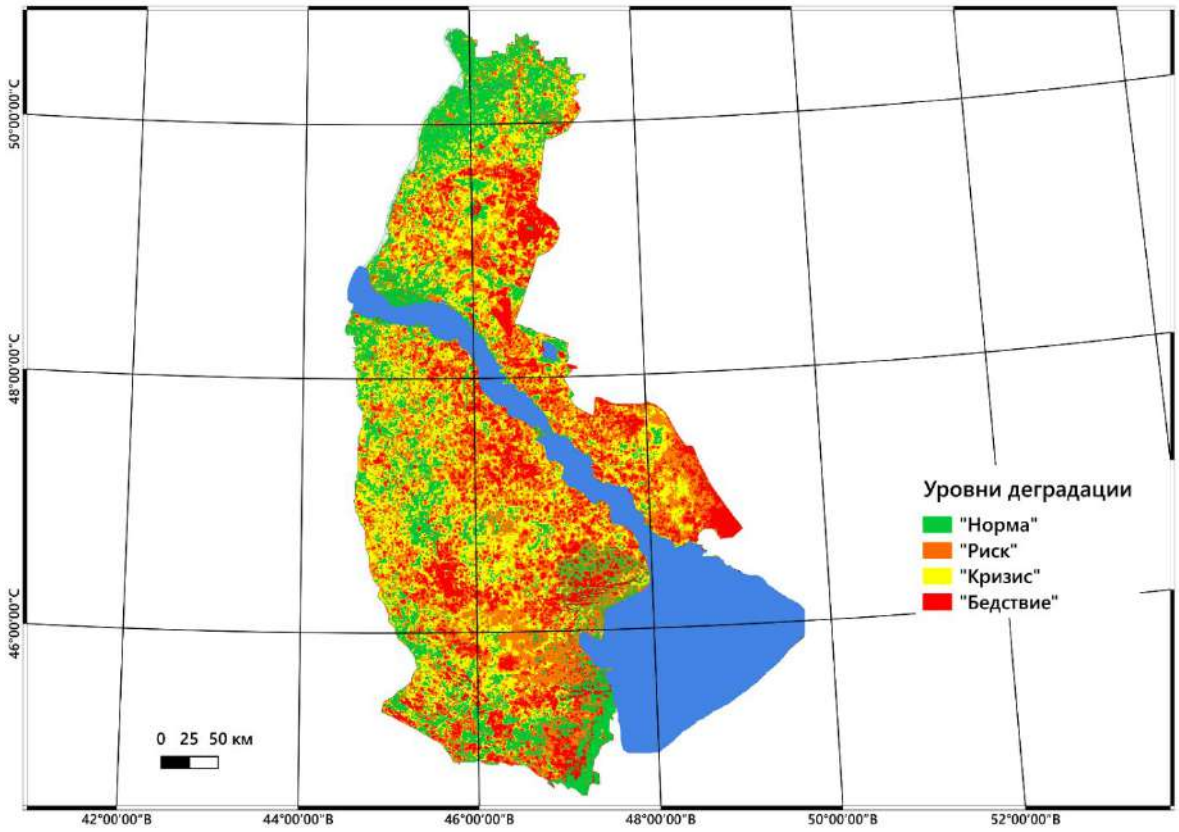


Рисунок 2. Карта деградации Прикаспийской низменности.

По результатам анализа разработанной космокарты проведено определение степени деградации территории Прикаспийской низменности *(таблица 1)*.

В результате пространственного анализа распределения опустыненных участков установлено, что их максимальная площадь сосредоточена на юго-востоке территории исследований.

Таблица 1

Площади по степени деградации территории Прикаспийской низменности

Степень деградации	Площадь, тыс. га	Площадь, %
Бедствие	2235,2	16,0
Кризис	3191,5	22,9
Риск	3427,3	24,7
Норма	2129,0	15,3
Пойма	2944,0	21,1
Всего:	13927,0	100
Без учета площади Волго-Ахтубинской поймы и дельты		
Бедствие	2235,2	20,4
Кризис	3191,5	29,0
Риск	3427,3	31,2
Норма	2129,0	19,4
Всего:	10983,1	100

Данные исследований опустынивания Прикаспийской низменности показывают, что без учета площади Волго-Ахтубинской поймы к сильно деградированным участкам (бедствие и кризис) относится 49,5% площади территории исследований.

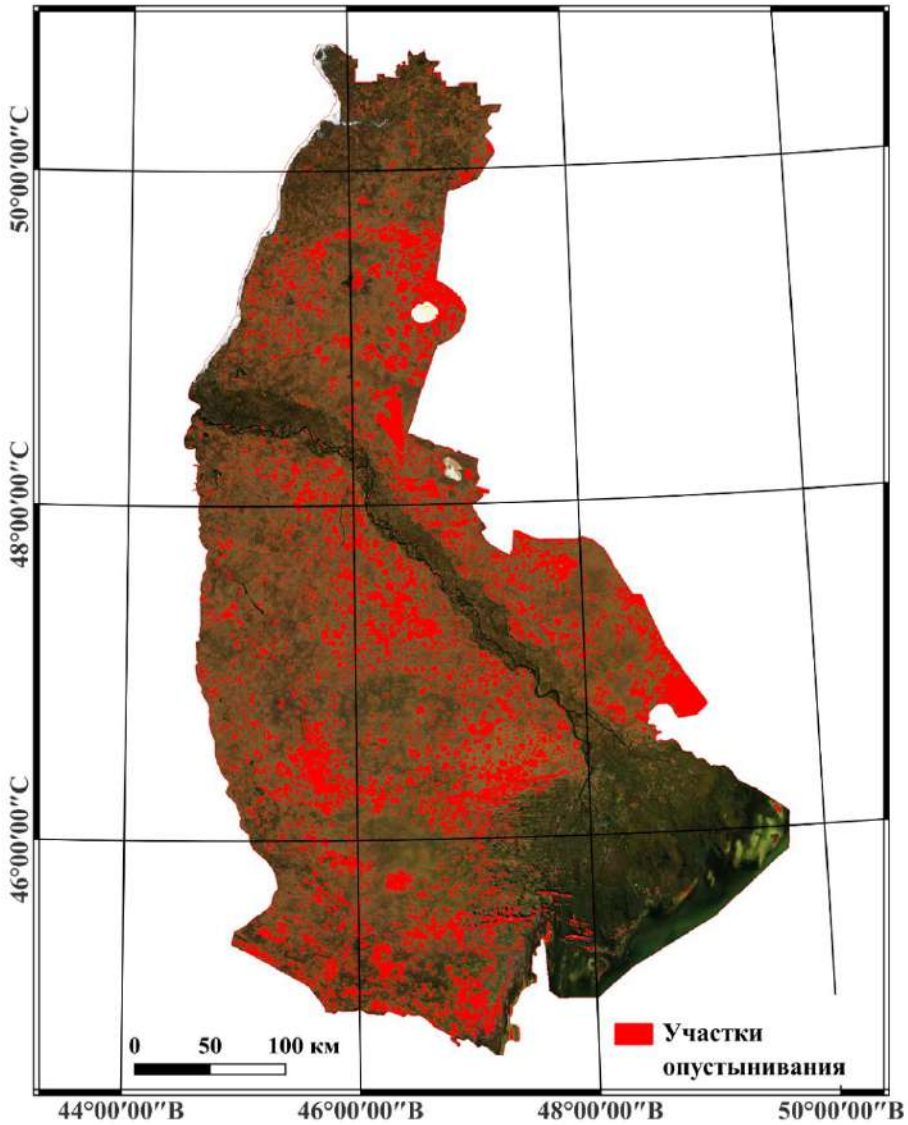


Рисунок 3. Карта распределения участков опустынивания со степенью «Бедствие» территории Прикаспийской низменности в 2023 г.

По полученным картам разработана локальная ГИС опустынивания территории исследований, определено пространственное распределение участков и их площади.

Климатические условия оказывают существенное влияние на экосистемы. Это влияние обусловлено не только небольшим количеством и структурой выпадения осадков, но и влиянием пыльных и песчаных бурь, частота которых в последние годы увеличилась, уже отмечены проявления таких бурь в 2020, 2021 и 2022 годах, В 2023 году проявление пыльных бурь на территории исследований не отмечено.

В связи с этим необходимо отметить, что для сохранения и восстановления аридных экосистем на территории Прикаспийской низменности необходимо проведение фитомелиоративных мероприятий как по закреплению подвижных песков, так и по повышению пищевой ценности, сбитых в различной степени пастбищ ценными видами травянистой и древесной растительности.

Вывод. Использование геоинформационного анализа и дистанционных методов для оценки опустынивания дает возможность выявления пространственных изменений, происходящих на территории мониторинга при изменении уровня воздействия антропогенных и климатических факторов.

Картографирование состояния, функционирования и динамики процессов опустыненных территорий с применением геоинформационных технологий позволяет использовать данные дистанционного зондирования Земли для получения информации о наличии и степени опустынивания территорий, а аналитическое картографирование дает возможность проводить мониторинг процессов деградации и опустынивания с учетом интенсивности антропогенного воздействия и их приуроченности к существующим литологическим, почвенным, геоморфологическими, растительным, климатическим и гидрографическим условиям.

В процессе исследований решена задача геоинформационного картографирования состояния опустыненных территорий в степной, сухостепной и полупустынной природно-климатической зоне с применением информационных технологий и аэрокосмических методов. Поведено выявление изменений ландшафтов, связанных с внешними и внутренними факторами. Разработаны соответствующие тематические и аналитические карты и картографических модели состояния, функционирования и динамики процессов опустыненных территорий. Выполнены картографирование и оценка современного состояния опустыненных земель,

Список литературы

1. Основы геоинформатики / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др. Под ред. В.С. Тикунова. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 352 с.

2. Берлянт А.М. Геоинформационное картографирование // Картография и геоинформатика. Итоги науки и техники. Сер. Картография. Т. 14. М.: ВИНИТИ АН СССР, 1991. С. 80-117.

3. Кравцова В.И. Космические методы картографирования. М.: Изд-во МГУ, 1995. 240 с.

4. Берлянт А.М. Картография. М.: КДУ, 2011. 46 с.

5. Большаков А.Ф., Базыкина Г.С. Природные биогеоценозы и условия их существования // Биогеоценотические основы освоения полупустыни северного Прикаспия / Под ред. А.А. Роде. М.: Наука, 1974. С. 6-34.

6. Виноградов Б. В. Аэрокосмический мониторинг экосистем / Б. В. Виноградов. М: Наука, 1984. 320 с.

7. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации / В.Г. Юферев [и др.]. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2010. 102 с.

8. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 336 с.

9. Кулик К.Н., Рулев А.С., Юферев В.Г. Геоинформационный анализ очагов опустынивания на территории Астраханской области // Аридные экосистемы. 2013. Т. 19. № 3(56). С. 87-94.

10. Методические рекомендации по применению материалов аэрофотосъемок для исследования и расчета характеристик водной эрозии почв / Сост. Н.Н. Бобровицкая. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 112 с.

11. Рулев А.С., Юферев В.Г., Юферев М.В. Методология геоинформационного моделирования // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. М., 2011. № 5. С. 5-6.

УДК 574.5
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1551-1557

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РЫБ В МЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ ИХТИОФАУНЫ МЕЛКОВОДНЫХ ОЗЕР ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE STUDY OF FISH DIVERSITY IN A CHANGING ENVIRONMENT ON THE EXAMPLE OF SHALLOW LAKE'S ICHTHYOFAUNA IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

Ядренкина Е.Н.
Yadrenkina E.N.

Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Россия,
Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS, Novosibirsk, Russia

E-mail: Yadrenkina_EN@mail.ru

Аннотация. Представлен аналитический обзор современных методов изучения видового богатства и видового разнообразя рыб в условиях флуктуации уровня воды в мелководных озерах, расположенных в Кулундинской степи (юг Западной Сибири). Показано, что в периоды аридизации в озерах степной зоны существенные изменяются гидрологический и гидрохимический режимы: резко сокращается видовое богатство гидробионтов, включая рыб, снижаются показатели продуктивности и ресурсных возможностей озерного комплекса. Видовое богатство рыб региона поддерживается за счет глубоководных и проточных озер, которые выполнят функцию природных резерватов. Результаты кластерного анализа свидетельствуют о значимых различиях в типизации озер по составу населения рыб в периоды регрессии и трансгрессии, сопровождающихся изменением гидрологического, гидрохимического и термического режимов. Все мелководные озера (изолированные и теряющие связь с речной системой) при снижении уровня воды ранжируются как группа солоноватоводных заморных озер, характеризующаяся периодическим развитием жесткой гипоксии из-за дефицита растворенного в воде кислорода; при подъеме уровня воды (трансгрессивная фаза) этот кластер озер разбивается на два (I опресненные, сообщающиеся с речной системой, и II – изолированные солоноватоводные. Крупные глубоководные озера в период регрессии по составу ихтиофауны разбиваются на две группы: I-ую формируют изолированные водоемы бассейна р. Карасук, II-ую – крупные проточные озера бассейна р. Бурла; при подъеме уровня воды и восстановлении водообмена между речной и озерной системами все крупные водоемы объединяются в один кластер.

Ключевые слова: ихтиофауна, уровень воды, гипоксия, аридизация, степная зона, методы изучения.

Abstract. An analytical review of methods for studying fish species richness and species diversity under conditions of environmental fluctuations in the lake complex located in the Kulunda steppe (south of Western Siberia) is presented. It is shown that during periods of aridization the hydrological and hydrochemical regimes in lakes change significantly. As a result, fish species richness decreases and, as a consequence, the indicators of productivity and resource potential of the lake complex decrease. The results of cluster analysis indicate significant differences in the typification of lakes by fish population composition during the phases of regression and transgression, associated with changes in hydrological, hydrochemical and thermal regimes. During the period of water level decrease, all shallow isolated lakes are united in the group of brackish lakes, which are characterized by periodic development of hypoxia condition due to dissolved oxygen deficit. During the period of water level rise (transgressive phase) this category of lakes is divided into two clusters: the first includes desalinated lakes connected with the river system, and the second includes isolated brackish-water lakes. Large deep-water lakes in the regressive phase are divided into two types by ichthyofauna composition: the first group is formed by isolated water bodies of the Karasuk River basin, the second – by large flowing lakes of the Burla River basin.

Key words: ichthyofauna, water level, hypoxia, aridization, steppe zone, research methods.

Введение. На современном этапе при оценке ресурсных возможностей водоемов особую актуальность приобретают исследования, направленные на изучение влияния глобального изменения климата на состояние водных биоценозов [1-4]. Согласно прогнозам экологов, в случае потепления произойдут кардинальные изменения в характере гидротермического режима, что отразится на показателях насыщения воды кислородом, и, соответственно, на структуре биотического комплекса в целом [5-8]. Построения прогностических моделей влияния климата на состояние биоты невозможно без учета особенностей реагирования сообществ

гидробионтов на изменение термического, гидрологического и гидрохимического режимов водных систем.

На территории Кулундинской степи расположены сотни мелководных озер с площадью менее 10 км^2, по классификации Н.В. Мякишевой [9] представляющие собой комплекс «малых озер». В своем подавляющем большинстве они мелководные, частично или полностью промерзающие в зимний период. Важная особенность водоемов такого типа – периодическое развитие гипоксии: снижение концентрации растворенного в воде кислорода в периоды летнего «цветения» воды и под ледовым покровом зимой [10-12], что негативно отражается на организме аборигенных видов рыб [13, 14]. Характерная особенность водных экосистем аридных территорий юга Западной Сибири – внутривековая «пульсация» уровня воды – чередование трансгрессивно-регрессивных фаз водности в озерах степной и лесостепной климатических зон с периодичностью 10-11, 20-22 и 45 лет [15, 16]. В фазу регрессии частое явление – массовая гибель рыб, сопровождающаяся сокращением численности популяций и обеднением видового состава [17-20]. Учитывая динамическую подвижность экосистем в шкалах пространственно-временных изменений структуры и таксономического разнообразии гидробионтов, оценка закономерностей реагирования биоценоза на флуктуации параметров внешней среды должна опираться на методические приемы, позволяющие объективно выявить сопряженность комплексов биотических и абиотических факторов в меняющихся условиях среды.

Материалы. В основу материала представленного аналитического обзора положены результаты многолетних исследований гомеостаза природных популяций рыб в условиях чередования трансгрессивно-регрессивных фаз водности озерного комплекса юга Западно-Сибирской равнины, в частности, данные по видовому богатству рыб в периоды высокого уровня воды в 2006 (фаза регрессии) и в периоды подъема воды 2080 и 2014 гг. (фаза трансгрессии) – ихтиофауна озер степной зоны (Кулундинская степь, Карасукский район Новосибирской области). Научные изыскания в этом направлении ориентированы на оценку динамической устойчивости водных сообществ к флуктуациям разных параметров внешней среды. Массив данных подвержен кластерному анализу сходства рыбного населения озер в разные фазы обводнения территории с учетом площади водоемов, средней глубины, интенсивности водообмена.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗУЧЕНИЯ ИХТИОФАУНЫ В МЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ

При изучении пространственной организации популяций, таксономического богатства и биологического разнообразия чаще других используют три методических подхода к решению вопросов о составе населения, структуре и продуктивных свойствах водных экологических систем: метод площадей, мониторинг и экстраполяция данных модельных систем (или экспертная оценка) [21-24].

Метод площадей. Очевидно, что площадь водных объектов изменяется в периоды весеннего паводка, летней и осенней межени, в период формирования ледового покрова, зависит от общего объема климатических осадков, поступающих с площади водосбора, и т.д. Поэтому любые данные могут использоваться только для оценки освоения пространства популяциями или сообществами в состоянии статики (единомоментно), при этом, не отражая объективно общее состояние биоты. Зачастую абстрагирование от воздействия модифицирующих факторов (чаще климатических флуктуаций) на распределения объектов изучения по площади водоема обуславливают существенные искажения в расчетах. Например: в условиях летней гипоксии происходит массовая гибель зоопланктона и зообентоса, часть рыб перемещается из зоны с неблагоприятным газовым режимом на участки акватории, удаленные от места отбора проб. В этом случае расчетные показатели кормовой базы и рыбопродуктивности водоема будут занижены, а если опираться на данные, полученные в местах агрегации рыб, – завышенными. Речь идет не только о пространственной неоднородности распределения разнотипных биотопов, но и неоднородности структурно-функциональной организации биоценозов в общем, и гидробионтов, – в частности.

Мониторинг направлен на выявление пределов толерантности системы к флуктуациям внешних параметров. Речь идет о гомеостазе – динамическом равновесии и цикличности процессов (в нашем случае – биологических). С какими проблемами связано изучение экосистем в условиях трансформации среды обитания?

1. Если процесс сукцессии приобретает необратимый характер, то вся система переходит на качественно новый уровень организации.

2. Зачастую в научных работах мониторинг выступает в качестве некой безразмерной временной шкалы: разные исследователи используют этот термин касательно многолетних, внутрисезонных, и даже суточных динамических изменений состояния системы.

3. Определенный «шум» в интерпретацию мониторинговых данных вносит тот факт, что исследователи оценивают динамику преобразования системы на разных уровнях организации объекта изучения – от биоценотических перестроек до внутриклеточных процессов. Поэтому не всегда мониторинговые исследования позволяют получить объективное представление о функционировании биотического комплекса в меняющихся условиях среды.

4. Специалисты часто упускают из внимания основополагающую компоненту мониторинговых исследований – цикличность изучаемых процессов. Поэтому одна из часто встречаемых ошибок – фрагментарность в отборе данных, что зачастую приводит к радикальным искажениям в оценках, расчетах и прогнозах, не говоря о построении прогностических моделей. Ошибки неизбежны, если в анализ включены материалы, не охватывающие полный динамический цикл функционирования биологических систем.

5. Еще одна сложность связана с тем, что мониторинг традиционно рассматривают с позиции шкалы временных преобразований, и крайне редко – в аспекте шкал пространственной направленности (например, динамику циклических перемещений границ распределения комплексов животных между северными и южными, западными и восточными направлениями).

Таким образом, обращаясь к мониторинговым исследованиям, целесообразно выявить в той или иной мере полный цикл функционирования системы с использованием шкал пространственной и временной флуктуации.

Экспертная оценка и ошибки ее применения. Экстраполяция расчетных показателей модельных систем чаще других приводит к искажениям оценки реальной ситуации, поскольку не учитывает средовые флуктуации, такие как текущая фаза обводнения территории, соответствие термического и гидрологического режимов конкретного года среднемноголетним показателям и т.д. Так, в мелководных озерах состав населения рыб существенно меняется в зависимости от уровня воды [25, 26]. Кроме того, независимо от «простоты» или «схожести» водоемов и водотоков, расположенных в границах одной и той же климатической зоны, региона, бассейна, даже в отношении близко расположенных друг относительно друга водных объектов каждый из них по состоянию биотического комплекса по-своему уникален. Следовательно, без «выравненности» показателей среды с учетом климатической обстановки, уровня осадконакопления, сезонных различий в структуре сообществ гидробионтов и т.д. экстраполяция в виде автоматического переноса сведений по одному водоему на другой может радикально исказить реальную экологическую ситуацию, включая оценку продуктивности.

Результаты и обсуждение. В качестве примера динамических изменений мы провели сравнительный анализ видового состава и распределения рыб в разнотипных озерах на территории Кулундинской степи.

Результаты кластерного анализа свидетельствуют о значимых различиях в типизации озер по составу населения рыб в периоды высокой и низкой водности, сопровождающихся изменением гидрологического, гидрохимического и термического режимов:

– Все мелководные озера (изолированные и теряющие связь с речной системой) в период регрессии ранжируются как группа солоноватоводных заморных озер, поскольку при сокращении общего объема минерализация воды варьирует в пределах 2-13 г/л; кроме того, во время летнего «цветения» и зимнего ледового покрова в воде развиваются условия жесткой гипоксии. При подъеме уровня воды (трансгрессивная фаза) этот кластер озер разбивается на два: I опресненные, сообщающиеся с речной системой (Астродым, Кротово, Кусган, Титово, Песчаное) и II – изолированные солоноватоводные (Бол. и Мал. Горькое, Мал. Черное, Студеное) *(рисунок 1 А)*. Эта группа озер характеризуется высокой коррелятивной связью с температурой воздуха: при похолодании вода быстро остывает, в жаркие дни водный столб прогревается до 30°С и выше.

– Относительно глубоководные озера в период регрессии по составу ихтиофауны разбиваются на две группы: I-ую формируют изолированные водоемы Карасукской системы (оз. Кривое) и проточные небольшие озера (Вздорное, Чебачье, Чебаченок), II-ую – крупные проточные озера Бурлинской системы (подпруженное оз. Хорошее и соединяющееся с ним оз. Хорошонок). Однако при подъеме уровня воды и восстановлении водообмена между речной и

озерной системами крупные водоемы объединяются в один кластер (оз. Хорошее, оз. Хорошонок, оз. Кривое) *(рисунок. 1 Б)*. Сообщение с речной системой обуславливает более выровненный характер термического режима в этой группе озер по сравнению с изолированными.

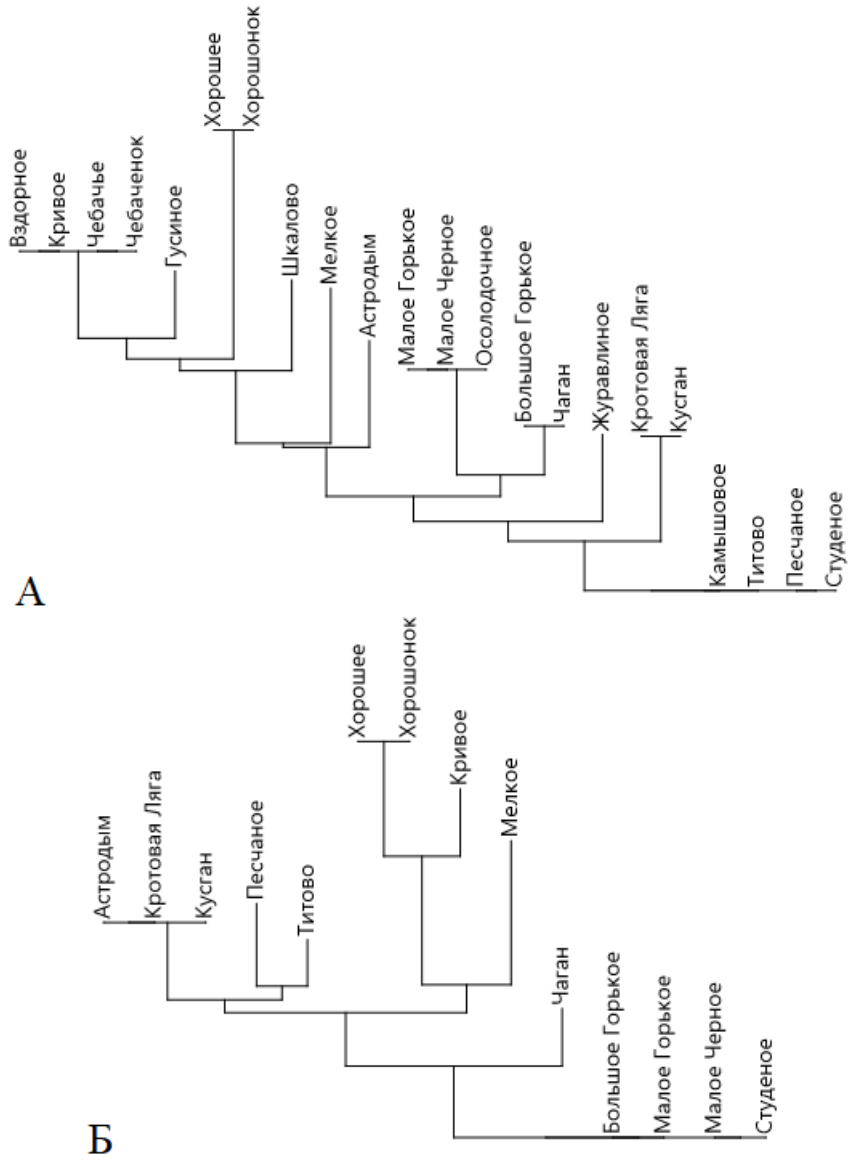


Рисунок 1. Сходство озер Кулундинской степи в периоды регрессии (А) и трансгрессии (Б) по видовому составу рыб (по индексу Жаккара).

В период трансгрессии список рыб, обитающих в озерах бассейнов рек Карасук и Бурла, включает 13 видов: лещ *Abramis brama*, язь *Leuciscus idus*, плотва *Rutilus rutilus*, уклейка *Alburnus alburnus*, верховка *Leucaspius delineates*, озерный гольян *Rhynchocypris percnurus*, золотой карась *Carassius carassius*, китайский карась *C. auratus*, сазан *Cyprinus carpio*, обыкновенная щука *Esox lucius*, речной окунь *Perca fluviatilis*, обыкновенный судак *Sander lucioperca,* вьюн Никольского *Misgurnus nikolskyi*, семь из которых – чужеродные виды (лещ, уклейка, китайский карась, сазан, верховка, обыкновенный судак, вьюн Никольского) – более 50% видового богатства рыб. В период регрессии ихтиофауна большинства изолированных мелководных озер не превышает трех видов (озерный гольян *Rh. percnurus*, золотой карась *C. carassius*, китайский карась *C. auratus*) (*таблица 1*).

Важно отметить, что уменьшение экологической емкости озерного комплекса степной зоны на современном этапе связано и с накоплением донных отложений, что привело к развитию деструктивных процессов и во многих относительно крупных водоемах, таких как озера Кротово, Кусган, Титово.

В этой связи при оценке ресурсного потенциала и рыбопродуктивности озерных комплексов неприемлемо использовать материалы предыдущих исследований без учета варьирования показателей гидрохимических параметров, площади акватории, степени ее зарастания гелофитами, толщи донных иловых отложений и других принципиально значимых характеристик и свойств.

Таблица 1

Видовое богатство рыб озер Кулундинского озерного района в зависимости от фазы увлажнения территории

Озеро	Число видов	
	Фаза трансгрессии	Фаза регрессии
Бол. Горькое	3	1
Студеное	3	2
Чаган	4	1
Титово	5	2
Астродым	6	3
Кротово	6	3
Кусган	6	3
Песчаное	6	2
Шкалово	11	6
Гусиное	11	6
Карасук	11	9
Хорошее	13	12
Хорошонок	13	12

Обобщая выше сказанное, поднятая проблема трансформации биоты в условиях природных флуктуаций в некоторых случаях может приобрести и спекулятивный характер. Может возникнуть впечатление о необратимом разрушении биотического комплекса озер в период аридизации территории. Так ли это?

В период ардизации в подавляющем большинстве малых озер, как указано выше, состав ихтиофауны ограничен тремя видами, устойчивыми к условиям гипоксии и промерзанию водного столба в зимний период (золотой и китайский караси, озерный гольян). Из нескольких сотен водоемов, расположенных на территории степной зоны, только в озерах Кривое, Хорошее, Хорошонок, Песчаное и Большое Топольное сохраняется видовое богатство рыб региона. Эти немногочисленные водоемы выступают в качестве своеобразных резерватов биологического разнообразия гидробионтов за счет относительно больших глубин и высокой степени водообмена. Необходимо отметить территориальную расположения этих озер друг относительно друга, что, по нашему мнению, создает некий экологический буфер: в случае массовой гибели гидробионтов в одном из этих природных резервуаров, биотический комплекс будет поддерживаться и восстанавливаться за счет другого, расположенного рядом. В трансгрессивную фазу в период весеннего паводка фауна многочисленных озер, восстанавливая связь с речной системой, пополняется видами, казалось бы, ранее безвозвратно исчезнувшими из состава ихтиокомплексов.

Таким образом, при принятии хозяйственных решений по эксплуатации озерного комплекса степной зоны очень важно учитывать фазу обводнения территории, с одной стороны, и биологические свойства видов, рекомендованных к выпуску на товарное выращивание, – с другой.

Обращает на себя внимание тот факт, что из видов-вселенцев только китайский карась успешно освоил водоемы региона в период общего усыхания территории. Учитывая экологическую пластичность этого объекта аквакультуры, он наиболее перспективен для товарного выращивания в условиях аридизации территории, поскольку характеризуется ранними сроками созревания, высокой плодовитостью, толерантностью к дефициту растворенного в воде кислорода и повышенному фону минерализации воды.

Учитывая цикличность обводнения территории региона, следует принимать во внимание регуляторные механизмы системы (ее способность к саморегуляции). Поскольку озерные

комплексы бассейнов рек Карасук и Бурла по сути являются единой дренирующей водной системой, при повышении уровня воды восстановление видового разнообразия рыб осуществляется относительно быстро за счет расселения из водоемов, не подверженных зимним заморам. Следовательно, при формировании программы рационального использования озерного фонда региона необходимо выявить и оценить ресурсные возможности водоемов, являющихся своеобразными «резерватами» природных популяций рыб, и, как следствие, установить особый режим их эксплуатации, чтобы обеспечить возможность самовосстановления ихтиофауны в фазы трансгрессии.

Следует отметить, что Программу рационального рыбохозяйственного освоения региона возможно реализовать только при условии слаженной организации действий научных учреждений с природоохранными и рыбоохранными региональными и федеральными службами. При этом, необходимо учитывать расчеты не только специалистов-прикладников, но и тех, кто разрабатывает теоретические основы трансформации биоты в шкалах пространственно-временных преобразований природного комплекса региона.

Выводы. При чередовании трансгрессивно-регрессивных фаз обводнения территории степной зоны Западной Сибири озерный комплекс Кулундинской степи проявляет существенные изменения гидрологического и гидрохимического режимов, что отражается на структуре сообществ гидробионтов, продуктивности и ресурсных возможностях.

В период регрессии:

– резко сокращаются площади большинства озер: 14% из числа обследованных, находятся в состоянии пересыхания и не могут эффективно использоваться для рыбохозяйственного освоения;

– существенно меняется структура сообществ рыб в сторону сокращения видового богатства: в подавляющем большинстве ихтиофауна изолированных мелководных озер ограничена тремя видами, устойчивыми к высокой минерализации воды и дефициту растворенного в воде кислорода;

– видовое богатство рыб региона поддерживается за счет глубоководных и проточных озер, которые выполняют функцию «водоемов-резерватов» видового богатства рыб региона – Кривое, Хорошее, Хорошонок, Большое Топольное и Песчаное.

При формировании Программ рационального использования водных биологических ресурсов региона следует учитывать динамические процессы реагирования биоты на чередование трансгрессивно-регрессивных фаз обводнения территории.

Список литературы

1. Павленко В.А., Сергеев А.А. Потепление климата Западной Сибири и возможные эколого-экономические последствия // Гео-Сибирь. 2006. Т. 6. С. 176-181.

2. Зольников И.Д., Глушкова Н.В., Лямина В.А., Смоленцева Е.Н., Королюк А.Ю., Безуглова Н.Н., Зинченко Г.С., Пузанов А.В. Индикация динамики природно-территориальных комплексов юга Западной Сибири в связи с изменениями климата // География и природные ресурсы. 2011. № 2. С. 155-160. ID: 16375318.

3. Безуглова Н.Н., Зинченко Г.С., Пузанов А.В. Современные тенденции изменения климата в аридных районах юга Западной Сибири // Метеорология и гидрология. 2012. № 11. С. 38-45.

4. Харюткина Е.В., Логинов С.В., Усова Е.И., Мартынова Ю.В., Пустовалов К.Н. Тенденции Изменения экстремальности климата Западной Сибири в конце XX-начале XXI веков // Фундаментальная и прикладная климатология. 2019. Т. 2. С. 45-65. DOI: 10.21513/2410-8758-2019-2-45-65.

5. Missaghi S., Hondzo M., Herb W. Prediction of lake water temperature, dissolved oxygen, and fish habitat under changing climate // Climatic Change. 2017. Т. 141. No 4. С. 747-757. DOI: 10.1007/s10584-017-1916-1.

6. Krabbenhoft C.A., Kashian D.R. Invasion success of a freshwater fish corresponds to low dissolved oxygen and diminished riparian integrity // Biological Invasions. 2022. Т. 24. No 10. С. 3049-3063. http://dx.doi.org/10.1007/s10530-022-02827-1.

7. Пальшин Н.И., Здоровеннова Г.Э., Ефремова Т.В., Здоровеннов Р.Э., Гавриленко Г.Г., Богданов С.Р., Волков С.Ю., Тержевик А.Ю. Поглощение растворенного кислорода верхним слоем донных отложений в малом озере в конце периода ледостава // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2017. № 3. С. 36-47. DOI: 10.17076/lim451.

8. Symons C.C., Schulhof M.A., Cavalheri H.B., Shurin J.B. Antagonistic effects of temperature and dissolved organic carbon on fish growth in California mountain lakes // Oecologia. 2019. Т. 189. No 1. С. 231-241. DOI:10.1007/s00442-018-4298-9.

9. Мякишева Н.В.. Многокритериальная классификация озер. Санкт-Петербург: РГГМУ, 2009. 159 с.

10. Terzhevik A., Golosov S. Dissolved oxygen in ice-covered lakes // Encyclopedia of Earth Sciences Series. 2012. С. 220-222. DOI:10.1007/978-1-4020-4410-6_225.

11. Пальшин Н.И., Ефремова Т.В., Здоровеннова Г.Э., Гавриленко Г.Г., Здоровеннов Р.Э., Тержевик А.Ю., Волков С.Ю., Богданов С.Р. Суточная динамика растворенного кислорода в малом мезотрофном озере в период весеннего подледного прогрева // Известия Русского географического общества. 2019. Т. 151. № 4. С. 27-39. https://doi.org/10.31857/S0869-6071151427-39.

12. Fukushima T., Kitamura T., Komuro S., Nakagawa K., Nagahama Y., Matsumoto S., Matsushita B. Characteristics of declining dissolved oxygen concentrations in lakes Kasumigaura and Kitaura, two shallow polymictic eutrophic lakes in Japan // Lakes & Reservoirs: Research and Management. 2019. Т. 24. No 4. С. 314-323. DOI:10.1111/lre.12294.

13. Голованов В.К., Заботкина Е.А., Некрутов Н.С., Грачёва Е.Л. Влияние высокой температуры на показатели крови у молоди серебряного карася *Carassius auratus* и головешки-ротана *Perccottus glenii* // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2016. № 1. С. 99-106.

14. Ali B., Mishra An., Mishra Ab. Effects of dissolved oxygen concentration on freshwater fish: a review // International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 2022. Т. 10. No 4. С. 113-127. DOI:10.22271/fish.2022.v10.i4b.2693.

15. Пульсирующее озеро Чаны / Под ред. Н.П. Смирновой, А.В. Шнитникова. Л.: Наука, 1982, 304 с.

16. Галахов В.П. Оценка увлажнения юга Западной Сибири (по колебаниям уровня озера Чаны) // Известия Русского географического общества. 2012. Т. 144. № 1. С. 59-63.

17. Ядренкина Е.Н. Структурно-функциональная организация рыбного населения в заморных озерах Западной Сибири: Автореф. дис. ... доктора биол. наук. Томск, 2011. 41 с.

18. Ядренкина Е.Н. Современные тенденции преобразования видового богатства рыб озерного комплекса Западной Сибири в границах умеренного климатического пояса // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2012. № 7. С. 15-19.

19. Ядренкина Е.Н. Влияние колебаний уровня воды в бассейне озера Чаны на видовой состав рыб и численность популяций (Западная Сибирь) // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2020. № 2(169). С. 32-38.

20. Щенев В.А., Визер Л.С., Наумкина Д.И. Современное состояние ихтиофауны озера хорошее и Карасукско-Бурлинской системы озер // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2006. № 5. С. 7-20.

21. Самохвалов В.Л. Об учете численности особей популяций рыб площадочным методом // Естественные и технические науки. 2008. № 6(38). С. 125-126.

22. Романов В.И., Петлина А.П., Бабкина И.Б. Методы исследования пресноводных рыб Сибири: учебное пособие. Томск: Томский гос. ун-т, 2012. 252 с.

23. Терещенко В.Г., Кузнецов В.А., Шакирова Ф.М., Терещенко Л.И. Погрешность оценки численности поколений популяций рыб при неполной исходной информации // Биология внутренних вод. 2020. № 1. С. 87-93. DOI: 10.31857/S0320965220010180.

24. Князев И.В., Бабушкин А.А., Ниязов Н.С., Шаврин П.В. Оперативная оценка рыбопродуктивности лесостепных озер Западной Сибири по комплексу наиболее значимых экологических показателей // Вестник рыбохозяйственной науки. 2019. Т. 6. № 3(23). С. 38-52.

25. Природные циклы Барабы и их хозяйственное значение / отв. ред. А.А. Максимов. Новосибирск: Наука, 1982. 146 с.

26. Ядренкина Е.Н., Савченко Н.В., Киприянова Л.М., Харитонов А.Ю., Цыбулин С.М., Шило В.А., Романов Р.Е., Кириллова Т.В., Ермолаева Н.И., Сербина Е.А. и др. Биоразнообразие Карасукско-Бурлинского региона (Западная Сибирь) / Ред. Ю.С. Равкин. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. 273 с.

УДК 911:908:913
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1558-1561

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛЬНОГО РАЙОНА

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT USING THE EXAMPLE OF A MODEL AREA

Яковлев И.Г.
Yakovlev I.G.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: russo-turisto01@mail.ru

Аннотация. В данной работе рассмотрены особенности сельскохозяйственного освоения территории модельного района, а также связанный с динамикой освоения процесс исчезновения сельских поселений. Приводится краткий анализ состояния землепользования в модельной территории на современном этапе хозяйственной деятельности. Выделены характерные направления и периоды сельскохозяйственного освоения территории, а также процессы, связанные с исчезновением сельских поселений и современным использованием этих территорий в земледелии. Характерной проблемой последних лет стало использование территорий бывших поселений под распашку, приводятся примеры такого использования на модельной территории.

Ключевые слова: Оренбургская область, Тюльганский район, сельскохозяйственное землепользование, исчезнувшие населенные пункты.

Abstract. The article discusses the features of agricultural development of the territory of the model district are considered, as well as the process of disappearance of rural settlements associated with the dynamics of development. A brief analysis of the state of land use in the model territory at the present stage of economic activity is given. The characteristic directions and periods of agricultural development of the territory are highlighted, as well as the processes associated with the disappearance of rural settlements and the modern use of these territories in agriculture. A characteristic problem of recent years has been the use of the territories of former settlements for plowing, examples of such use in the model territory are given.

Key words: Orenburg region, Tyulgan district, agricultural land use, disappeared settlements.

Современный этап природопользования характеризуется новыми веяниями, тенденциями, развитием современных технологий, но в тоже время отличается очередным этапом вовлечения в оборот пахотных земель, забросом мелких населенных пунктов. Подобные события в современной истории землепользования уже имели место быть, и в настоящее время мы можем сравнить и оценить различные временные этапы, их последствия и, возможно, спрогнозировать как они будут развиваться в ближайшем будущем.

В данной работе рассмотрим некоторые аспекты землепользования на примере выбранного модельного района. Данным районом выбран Тюльганский, находящийся в центральной части области и во многом отражающий общую суть истории освоения и землепользования в регионе. Нами проводятся периодические мониторинговые исследования на данной территории, включая как экспедиционную деятельность, так и аналитическую с использованием общедоступных космоснимков и картографического материала, а также архивных данных.

Нами рассмотрены такие ключевые аспекты степного землепользования как изменения в структуре сельскохозяйственного природопользования, в частности динамика структуры угодий, а также динамика расселения сельского населения, изменение инфраструктуры и соответствующее влияние на землепользование. Основные изменения связаны с оттоком сельского населения, исчезновением или резким снижением численности населения сельских поселений, но в тоже время с возобновившейся активной распашкой территории, включая ранее никогда неиспользуемые под распашку земли, в т.ч. на территории бывших поселений, на прибрежных пространствах малых рек и по склонам и прочих территориях.

Датированные факты заселения и соответственно начала освоения территории района относятся к XVI веку, когда были основаны башкирские села в среднем течении р. Яман-Юшатырь. В заселении остальной части района можно выделить три основных периода: вторая

половина XVIII – середина XIX века, конец XIX – начало XX веков, середина XX века – начало разработки угольного месторождения. Между крупными периодами заселения основывались небольшие поселения в разных частях района. В XX веке в районе насчитывалось по разным оценкам более 100 поселений [1], большинство из которых составляли мелкие хутора. Различия в оценке количества поселений связаны с отсутствием точных статистических данных, а также существенными отличиями в административной принадлежности территории. Разные части района периодически входили в состав других административных единиц, и в современных границах район сформировался только к 1960-м годам.

В результате проводимых в XX веке реформ, сначала коллективизации, в последствии укрупнении колхозов, произошедшем в послевоенный период, многие сельские поселения перестали существовать. Наиболее массовое упразднение поселений пришлось на конец 1960-х – начало 1980-х годов. Большинство исчезнувших поселений находилось в верховьях небольших рек, и были удалены от центральных усадьб и объектов инфраструктуры. Укрупнению колхозов способствовали также механизация сельскохозяйственного производства и возможности использования техники на больших расстояниях от поселений. Характерной чертой схемы расселения является то, что зачастую границы земель, тяготеющих к определенным поселениям, проходят по водоразделам рек и другим ландшафтным рубежам. Тенденции изменения существующей сети поселений связаны с оттоком населения из ряда мелких поселений, наиболее удаленных. Такие поселения как правило расположены на значительном удалении от районного центра, а ввиду негативных тенденций в инфраструктуре исчезновение мелких поселений в ближайшем будущем может только усилится, несмотря на активное земледельческое освоение территории. В настоящее время на территории района всего 40 населенных пунктов, из которых 13 с численностью менее 100 человек, а 5 с численностью менее 20 человек. Стоит также отметить появление семейных фермерских хозяйств на территории практически исчезнувших поселений, где возрождается жизнь. Такие примеры отмечены на территории бывших поселений Новосавинский и Копылы, где развивается фермерское хозяйство. В тоже время говорить о полноценном заселении таких территорий на данный момент не представляется возможным.

Преобладающим типом землепользования в районе, как и во всей области, выступает сельскохозяйственный. Он характеризуется значительными площадями сельскохозяйственных угодий. Общая площадь сельхозугодий в районе в настоящее время составляет 138 тыс. га (или 73% площади района), из них на долю пахотнопригодных земель приходится около 101 тыс. га (или 55% площади района). Из них порядка 80-90 тыс. га засевается в последние годы. За время существования района в современных границах (с 1965 года) эти показатели практически не изменились. Так, в 1965 году общая площадь сельхозугодий составляла около 142 тыс. га, площадь пахотнопригодных земель – 103,9 тыс. га. Но в тоже время стоит отметить существенные изменения в доле распахиваемых земель. Если до начала 1990-х годов показатели были практически неизменными, то в период после 1990 года эти показатели колебались, достигнув минимума в 1995 и 2005 на уровне 55-57 тыс. га. После 2010 года данные показатели держатся на уровне 80-90 тыс. га. В тоже время заметны существенные изменения в структуре посевных площадей. Так резко увеличилась доля подсолнечника. Рост составил с 8,5 тыс. га в 2012 году, до 30-32 тыс. га в 2019-2022 годах. Стоит отметить, что показатели на уровне 8,5-10 тыс. га подсолнечника держались с советского периода землепользования до начала 2010-х годов [2, 3].

Изменение структуры посевных площадей в 1965 – конце 1980-х годов связано с увеличением потребности животноводства в кормах, в результате чего происходило снижение доли посевов зерновых культур на 3 тыс. га и увеличение доли кормовых культур и многолетних трав. В структуре сельскохозяйственного природопользования в районе начиная с середины 1960-х годов произошли значительные изменения, в частности, специализация хозяйств, что было связано с различными нововведениями в хозяйствовании и попытках рациональной организации структуры природопользования. Так, если в 1965-1970-х годах выделялось всего два направления сельскохозяйственной специализации, то к 1980-м годам их количество увеличилось до семи. Но в постсоветский период динамика стала отрицательной, и такие направления, как свиноводство, овцеводство были практически искоренены [3]. Можно считать, что в этот период времени структура землепользования была практически оптимальной – несмотря на массовую и активную распашку, проводились работы по рекультивации, выводу малопродуктивных земель из пахотного оборота и т.д.

Существенное снижение показателей сельскохозяйственного производства, начиная с 1990-х годов [2, 3], обусловлено значительным спадом в развитии отрасли. Ввиду этого стали

появляться неиспользуемые земли и образовались залежные массивы. С начала 2000-х годов в районе, как и в целом по области, стали появляться агрохолдинги, специализирующиеся на растениеводстве, что дало новый всплеск развития сельскохозяйственного производства. Агрохолдинги обычно занимали территории нескольких хозяйств, СПК, муниципальных образований, выбирая, как правило, лучшие земли хозяйств.

К началу 2020-х годов с развитием Федеральных программ по вовлечению в оборот неиспользуемых земель активизировалась распашка заброшенных и неиспользуемых земель. Но в тоже время стали вовлекаться в оборот земли, которые никогда ранее не использовались в качестве пахотных угодий – это земли н территории бывших поселений, земли на склонах и берегах малых рек и т.д. Такие тенденции отмечаются в различных частях Оренбургской области, практически в каждом муниципальном образовании. В Тюльганском районе в ходе экспедиционных исследований и при обработке разновременных космических снимков было выявлено несколько таких очагов *(рисунки 1, 2)*.

Как видно из *рисунка 1* активно используется под сложноконтурные поля территория бывшего поселения. При анализе разновременных общедоступных космоснимков установлено, что точки 3, 4, 5, 6 были заселенной частью и на них находились огороды, сельхозпостройки, жилые строений жителей села. Точка 1 находилась на окраине села и использовалась как сенокосно-пастбищные угодья, в настоящее время используется под поля. Точка 2 также использовалась в качестве сенокосно-пастбищных угодий, представляет собой высокий берег ручья и в настоящее момент распахана практически под самый берег. Также отмечено исчезновение малых водотоков и родников, которые отмечаются на снимках 1975 года, в настоящий момент они носят временный характер и проявляются только во время весеннего таяния снега.



Рисунок 1. Распашка на территории бывшего населенного пункта Славянка, Тюльганский район, по состоянию на 04 октября 2023 года.

Еще один пример активного вовлечения в пахотный оборот земель бывших поселений отмечен нами на примере исчезнувшего села Буркинка в южной части района *(рисунок 2)*. Так при анализе космических снимков установлено, что в период с 2018 по 2022 года территория поселения, находившегося в междуречье двух небольших рек, постепенно распахивалась и на настоящий момент полностью распахана. По снимкам на пашне хорошо заметны следы бывших улиц, строений – они отчетливо выделяются более светлым цветом. Эти отличия заметны и на местности и проявляются в виде не только цветовых различий на поле, но и по структуре и качеству засеянных культур. Как правило непосредственно на таких местах высота и качество посевов значительно хуже и видны невооруженным взглядом.

Тенденция использования территорий бывших поселений в сельском хозяйстве характерна для многих поселений на территории области. Эти тенденции были нами рассмотрены при составлении классификации исчезнувших поселений [4]. Зачастую они используются в качестве сенокосов, пастбищных угодий, а в последние годы активизировалась

и распашка. Можно предположить, что распашка таких территорий может носить несанкционированный характер, и быть забалансовой пашней. Для подтверждения или опровержения данного тезиса необходим детальный мониторинг таких территорий совместно с специалистами различных ведомств – структур Минсельхоза, Росреестра региона.



Рисунок 2. Динамика распашки на территории бывшего населенного пункта Буркинка, Тюльганский район.

Использование земель бывших поселений в качестве пахотных угодий вопрос дискуссионный – в общей картине на территории области не даст существенной прибавки как к площади угодий, так и к валовым сборам, но в тоже время технологически более затруднительно, а также оказывает негативное влияние на состояние окружающих ландшафтов, в т.ч. малых водотоков, родников, древесно-кустарниковых насаждений, а также уничтожается историческая память о бывших поселениях. В тоже время исчезнувшие поселения являются местами обитания для ряда видов диких животных.

Оценка современного состояния природопользования на таких территориях проводится нами с помощью полевых исследований, что позволило разработать предварительную классификацию объектов. Изучение исчезнувших поселений с ландшафтно-географической точки зрения позволяет нам изучать процессы земледельческого освоения территории, трансформации природопользования, а также проследить и оценить как положительные, так и отрицательные факторы воздействия. Данное направление исследований находится на стыке различных направлений географических исследований. Комплексные работы по выявлению последствий природопользования на территориях исчезнувших населенных пунктах являются современными и актуальными, т.к. данный процесс носит динамический характер и наблюдается во многих регионах страны.

Работа выполнена по теме государственного задания «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем» № АААА-А21-121011190016-1.

Список литературы

1. Административное и территориальное деление Чкаловской области на 1 января 1949 г. Чкалов: Чкаловское изд-во, 1949. 106 с.

2. База данных показателей муниципальных образований [Электронный ресурс]: Федеральная служба государственной статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst53/DBInet.cgi (дата обращения: 14.02.2024).

3. Города и районы Оренбургской области: Статистический сборник // Территориальный орган государственной статистики по Оренбургской области. Оренбург, 2008. 276 с.

4. Яковлев И.Г. Исчезнувшие и исчезающие населённые пункты: методические подходы к выявлению и их классификация // Геология, география и глобальная энергия. 2023. № 2(89). С. 101-105. DOI 10.54398/20776322_2023_2_101.

УДК 631/635; 502/504; 911
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1562-1566

ОЦЕНКА ПОДТОПЛЕНИЯ И ЗАСОЛЕНИЯ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ СТЕПНЫХ РЕГИОНОВ ПОВОЛЖЬЯ

ASSESSMENT OF FLOODING AND SALINIZATION OF NATURAL-ANTHROPOGENIC LANDSCAPES OF THE VOLGA REGION STEPPE REGIONS

Яковлева Е.П.
Yakovleva E.P.

ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса, Московская обл., Лобня, Россия
Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Moscow region, Lobnya, Russia

E-mail: viktrofi@mail.ru

Аннотация. С целью изучения пространственного распределения биологических и экологических закономерностей на степной территории Поволжья проводилась геоботаническая индикация затопления, подтопления и засоления земель этого региона. Статья является результатом многолетних междисциплинарных исследований. Она основана как на данных, полученных авторами в результате агроландшафтно-экологического районирования и в ходе полевых экспедиционных исследований, так и на анализе долговременных рядов статистической информации и литературных источников. Интенсивная хозяйственная деятельность, требующая использования больших объемов водных ресурсов, на фоне современных климатических изменений, приводит к возникновению переувлажнения на обширных территориях. Ослабление или прекращение хозяйственной деятельности, снижение используемых объемов водных ресурсов при определенных условиях ведет к распространению засоления земель. Затопление, подтопление и засоление засушливых земель вблизи водоемов, каналов, объектов мелиорации, функционирующих и заброшенных полей орошения и др. занимают значительные площади и имеют большое значение как экологические проблемы в Поволжье. Установлены геоботанические индикаторы затопления, подтопления и засоления земель Поволжья, которые включают следующие основные показатели (основные фитоценозы, основные растения, увлажнение и засоление почв по шкалам Л.Г. Раменского).

Ключевые слова: геоботаническая индикация, фитоценозы, основные растения.

Abstract. In order to study the spatial distribution of biological and ecological patterns on the steppe territory of the Volga region, geobotanical indication of flooding and salinization of the lands these regions was carried out. The article is the result of many years of interdisciplinary research. It is based both on the data obtained by the authors as a result of agro-landscape and ecological zoning and in the course of field expedition research, and on the analysis of long-term series of statistical information and literature sources. Intensive economic activity that requires the use of large amounts water resources, against the background of modern climate changes, leads to waterlogging in large areas. The weakening or termination of economic activity, the decrease in the volume of water resources used under certain conditions leads to the spread of land salinization. Flooding and salinization of arid lands near reservoirs, channels, reclamation facilities, functioning and abandoned irrigation fields, etc. occupy significant areas and are of great importance as environmental problems in the Volga region. The most dynamic and fast-responding biotic component of ecosystems to the occurrence of flooding and salinization is vegetation.

Key words: geobotanical indication, phytocenoses, main plants.

С целью изучения пространственного распределения биологических и экологических закономерностей на степной территории Поволжья проведена геоботаническая индикация затопления, подтопления и засоления земель этих регионов. Геоботаническая индикация используется при изучении, оценке, картографировании и мониторинге территориальных комплексов и их компонентов и базируется на анализе взаимосвязей географической оболочки как единого целого.

Статья является результатом многолетних междисциплинарных исследований. Она основана как на данных, полученных в результате агроландшафтно-экологического районирования и в ходе полевых экспедиционных исследований, так и на анализе долговременных рядов статистической информации и литературных источников.

Вода является одним из важнейших компонентов биосферы, необходимым ресурсом для существования человека и всех живых организмов. Вода необходима при осуществлении хозяйственной деятельности в сельском хозяйстве, промышленности, энергетике, обеспечении бытовых потребностей.

Интенсивная хозяйственная деятельность, требующая использования больших объемов водных ресурсов, на фоне современных климатических изменений, приводит к возникновению переувлажнения на обширных территориях. Ослабление или прекращение хозяйственной деятельности, снижение используемых объемов водных ресурсов при определенных условиях ведет к распространению засоления земель.

С другой стороны, использование воды может приводить к возникновению «водных экологических проблем», негативных последствий для жизнедеятельности человека и устойчивого ведения хозяйства.

Биотические компоненты экосистем своими ответными реакциями на изменение количества и качества водных ресурсов позволяют обнаружить пространственное распределение водных экологических проблем.

Затопление, подтопление и засоление засушливых земель вблизи водоемов, каналов, объектов мелиорации, функционирующих и заброшенных полей орошения и др. занимают значительные площади и имеют большое значение как экологические проблемы в Поволжье.

Наиболее динамичным и быстро реагирующим на возникновение затопления, подтопления и засоления земель биотическим компонентом экосистем является растительность.

За длительный период исследований накоплен обширный объем информации по вопросу воздействия водохранилищ, природных водоемов, каналов, объектов мелиорации, полей орошения на окружающую среду. Эта информация получила достаточно полное освещение в научных публикациях [1-7].

Определяющими факторами воздействия среды на растительность являются следующие: местоположение в рельефе, почвенные и гидрологические условия. Они в свою очередь являются производными климатических условий, рельефа, материнской породы, растительного и животного мира окружающих территорий, непосредственного воздействия на растительность, животных и человека [8-13].

Изучение компонентов природных комплексов на участках, испытывающих разное воздействие (заливание и подтопление и оценка глубины и степени произошедшего изменения в направлении гидроморфизации), осуществляется на основе применения системы показателей и критериев и специально разработанных шкал. Также как и на участках с засоленными грунтовыми водами и (или) засоленными почво-грунтами в засушливых условиях, где наблюдается засоление территорий [14-18].

В арсенале геоботанической индикации важную роль играет оценка экологических условий по растительности, проведенная нами с использованием экологических шкал Л.Г. Раменского. В экологических шкалах Л.Г. Раменского за основу принята реакция растительности и отдельных растений на изменение почвенных, гидрологических и других условий их местообитания. Эта реакция находит свое выражение в смене растительных сообществ и изменении обилия каждого растения в зависимости от изменения (нарастания или уменьшения) степени выраженности экологического фактора [19].

Выявленные закономерности взаимосвязей растительности с другими компонентами биогеоценоза (природно-территориального комплекса) позволяют по растительной ассоциации, как одному из компонентов, определять другие составляющие его компоненты.

В результате геоботаническая индикация обеспечивает возможность познания целого комплекса явлений, их физико-географическое содержание. Благодаря этому можно достаточно точно оценить практическое значение земель, целесообразное их использование и улучшение.

Для управления экосистемами необходимо также получать информацию не только о внутренних взаимосвязях абиотических, биотических и антропогенных компонентов, но также и об их внешних связях с другими экосистемами (природными и антропогенными), создающими внешнюю среду.

В результате изучения пространственного распределения биологических и экологических закономерностей на территории Поволжья установлены геоботанические индикаторы подтопления и засоления земель.

Геоботаническая индикация процессов подтопления и засоления территории Поволжья необходима для управления экосистемами, подверженными их воздействию.

Преимущества геоботанической индикации процессов подтопления и засоления территорий – простота и надёжность в использовании, экономичность и эффективность контроля состояния и динамики развития этих процессов.

Геоботанические индикаторы подтопления и засоления земель включают следующие основные показатели *(таблица 1)*: основные фитоценозы, основные растения, увлажнение и засоление почв по шкалам Л.Г. Раменского.

Таблица 1

Геоботаническая индикация затопления, подтопления и засоления степей Поволжья (фрагмент)

Объекты индикации	Геоботанические индикаторы		
	Основные фитоценозы	Основные растения	Увлажнение и засоление почв по шкалам Л.Г. Раменского
Земли с кратковременным и умеренным затоплением (и) или слабо- и среднеподтопленные. Увлажнение средне- и сильнопеременное. Почвы сильно засолены	Ажрековые, бескильницевые, злаково-разнотравные	Ажрек (прибрежница солончаковая), бескильница свернутолистная, полынь солончаковая, кермек Гмелина	Увлажнение влажно- и сыролуговое (70-83), почвы средне- и сильносолончаковатые (20-22)
Земли с кратковременным и умеренным затоплением и (или) слабо- и среднеподтопленные. Увлажнение сильнопеременное. Почвы сильно и очень сильно засолены и солонцеваты	Солончаковополынные, обионовые, обионово-полынные, обионово-злаковые, татарсколебедовые	Полынь солончаковая, обиона (лебеда бородавчатая), лебеда татарская, прибрежница солончаковая, бескильница свернутолистная, кермек Гмелина	Увлажнение сухо-, и свежелуговое (53-63), почвы сильносолончаковатые и солончаковые (21-25)
Земли с кратковременным и умеренным затоплением. Подтопленные в разной степени. Увлажнение сильнопеременное. Солончаки	Сочносолянковые, татарсколебедовые, солеросовые, сведовые, сарсазановые, обионовые	Солянки однолетние, петросимонии, лебеда татарская, сведы, солерос травянистый, сарсазан, обиона, франкения	Увлажнение от полупустынного до свежелугового (16-60), почвы сильно- и резкосолончаковатые и солончаковые (23-28)
Земли с кратковременным и эпизодическим затоплением. Неподтопленные или слабоподтопленные. Почвы засолены	Джантаковые, джантаково-полынные	Верблюжья колючка (джантак), пырей ползучий, полынь солончаковая	Увлажнение сухо- и среднестепное (38-47), почвы среднесолончаковатые (19-22)
Земли с умеренным и длительным затоплением, средне-, и сильнодтопленные. Увлажнение слабо- и среднепеременное. Почвы засоленные	Бескильницевые, бескильницево-разнотравные, тростниково-скрытницевые	Бескильница расставленная, ажрек, тростник обыкновенный, вейник наземный, скрытницы камышевидная и колючая, клубнекамыш морской, ситник Жерарда	Увлажнение влажно-и сыролуговое (64-80), почвы средне- и сильносолончаковатые (20-24)
Земли с умеренным и длительным затоплением, средне-, и сильноподтопленные. Увлажнение слабо- и среднепеременное. Почвы очень сильно засолены	Солеросовые, солеросово-злаково-разнотравные	Солерос, сведы, скрытницы камышевидная и колючая, астра солончаковая, лебеда татарская и бородавчатая	Увлажнение влажно-и сыролуговое (68-80), почвы сильно-, резкосолончаковые и солончаковатые (22-26)

Вывод земель из сельскохозяйственного оборота, вызванный подтоплением и засолением почв, является важнейшей экологической и экономической проблемой в растениеводстве и орошаемом земледелии. Природные условия территорий, которые представляют опасность для развития негативных процессов при орошении: равнинный рельеф, слабая дренированность, лессовидные, глинистые засоленные морские отложения, превышение испарения над увлажнением. Антропогенными опасными причинами деградации земель являются избыточные

нормы полива, приводящие к подъему уровня грунтовых вод, подтоплению прилегающих земель и засолению почв.

Выводы. Интенсивная хозяйственная деятельность обусловила возникновение переувлажнения на обширных территориях. Развитие засоления, сопутствующего увлажнению, обусловило потерю плодородия почв и вывод земель из сельскохозяйственного оборота. Эти процессы – основная причина современных водных экологических проблем Поволжья и Западного Казахстана.

Переувлажнение и часто сопутствующее ему засоление почв становятся причиной деградации и вывода земель из сельскохозяйственного оборота, что снижает эффективность хозяйственной деятельности человека в агроландшафте.

Геоботаническая индикация позволяет своевременно получать информацию о затоплении, подтоплении и засолении земель для оперативного управления экосистемами.

Список литературы

1. Климат, экология, сельское хозяйство Евразии. Материалы VII международной научно-практической конференции. 2018. Том Секция «Охрана и рациональное использование животных и растительных ресурсов». Иркутск: Изд-во: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2018. 260 с.

2. Новикова Н.М., Конюшкова М.В., Уланова С.С. Межкомпонентные экологические взаимосвязи в солонцовом природном комплексе Северной Сарпинской равнины (республика Калмыкия) // Аридные экосистемы. 2017. Т. 23. № 4 (73). С. 11-21.

3. Новикова Н.М., Волкова Н.А. Структура флоры побережий в зоне влияния водохранилищ на юге европейской части России // Аридные экосистемы. 2016. Т. 22. № 4 (69). С. 52-63.

4. Николаева О.Н. Картографическое обеспечение рационального природопользования региона. Новосибирск: Сибирский государственный университет геосистем и технологий. 2018. 170 с.

5. Трофимов И.А., Шамсутдинов З.Ш., Орловский Н.С., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Шамсутдинова Э.З. Система индикаторов и критериев оценки состояния опустынивания земель России (геоботанические, почвенные, дистанционные индикаторы) // Адаптивное кормопроизводство. 2010. № 1. С. 26-35.

6. Онаев М.К., Туктаров Р.Б., Тарбаев В.А., Гафуров Р.Р. Использование спутниковых методов исследований в изучении режима затопления и современного состояния растительного покрова лиманов // Успехи современного естествознания. 2018. № 7. С. 183-188.

7. Новикова Н.М. Эколого-географический аспект Аральского кризиса. Часть 1. Развитие Аральской проблемы, ее изучение, оценка и разработка мероприятий // Экосистемы: экология и динамика. 2019. Т. 3. № 1. С. 5-66.

8. Трофимов И.А., Кравцова В.И. Факторы и типы опустынивания. Калмыкия // Космические методы геоэкологии. Атлас. М.: Географический ф-т МГУ, 1998. Л. 53.

9. Трофимов И.А., Кравцова В.И., Карпович Л.А. Хозяйственное использование земель и процессы опустынивания. Калмыкия. Карта // Космические методы геоэкологии. Атлас. М.: Географический ф-т МГУ, 1998. Л. 52.

10. Новикова Н.М. Современные водные экологические проблемы на суше // Водные ресурсы: новые вызовы и пути решения. Сборник научных трудов: посвящается Году экологии в России и 50-летию Института водных проблем РАН. Сочи, 02-07 октября 2017 года. Новочеркасск: ООО «Лик», 2017. С. 95-101.

11. Хитров Н.Б., Новикова Н.М., Вышивкин А.А., Волкова Н.А. Солонцовый комплекс на севере Прикаспийской низменности: фито-, педоразнообразие, взаимосвязи между почвами, микрорельефом и растительными сообществами, трансформация в условиях изменения климата и выпаса // Экосистемы: экология и динамика. 2018. Т. 2. № 1. С. 34-72.

12. Новикова Н.М., Конюшкова М.В., Уланова С.С. Критерии и показатели состояния природных комплексов в постмелиоративный период // Агроэкология, мелиорация и защитное лесоразведение. Материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 18-20 октября 2018 года. Волгоград: ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, 2018. С. 410-413.

13. Семенов Ю.М. Методология ландшафтоведения: современное состояние, проблемы и перспективы // Географические исследования Азиатской России и сопредельных территорий: новые методы и подходы. Материалы международной конференции, посвященной 70-летию географического факультета ИГУ. Иркутск, 01-03 октября 2019 года. Иркутск: Иркутский государственный университет, 2019. С. 189-193.

14. Новикова Н.М., Конюшкова М.В., Уланова С.С. Восстановление растительности на мелиорированных солонцовых почвах Приергенинской равнины (республика Калмыкия) // Аридные экосистемы. 2018. Т. 24. № 3 (76). С. 67-80.

15. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Оценка агроландшафтов, вызовы их мониторинга и управления в России // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии

и Сибири. Монография. В 5 томах. Т. I. Под редакцией В.Г. Сычева, Л. Мюллера. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова 2018. С. 114-118.

16. Трофимов И.А., Косолапов В.М., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Пути повышения эффективности возделывания отечественных сортов и технологий в агроландшафтах юга России // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 54. С. 305-309.

17. Новикова Н.М., Волкова Н.А., Конюшкова М.В., Уланова С.С. Постмелиоративное состояние природных комплексов в аридных районах // Степи Северной Евразии. материалы VIII международного симпозиума. Оренбург, 10-13 сентября 2018 года. Оренбург: Институт степи Уральского отделения РАН, 2018. С. 695-699.

18. Novikova N.M., Novikova A.F., Konyushkova M.V. Anthropogenic transformation of soil and vegetation resulting from afforestation in southern steppes // Biology Bulletin. 2013. V. 40. No. 10. C. 832–842.

19. Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.

УДК 556.535.8; 631.95
DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1567-1574

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

HYDROECOLOGICAL CONSEQUENCES OF THE NATURE-LIKE TECHNOLOGIES USE IN AGRICULTURE

Ясинский С.В., Кашутина Е.А., Сидорова М.В.
Yasinskiy S.V., Kashutina E.A., Sidorova M.V.

Институт географии РАН, Москва, Россия
Institute of Geography, Russian Academy of Science, Moscow, Russia

E-mail: yasisergej@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются различные аспекты применения природоподобных технологий в земледелии при производстве сельскохозяйственной продукции. Под этими технологиями понимаются такие, применение которых близко к естественным процессам биосферы, протекающих в природных геосистемах. Выполнен обзор работ, в которых теоретически и практически показана неизбежность применения технологий прямого посева No-till для улучшения плодородия почвы, снижения эрозии почвы, сохранения почвенной влаги, уменьшения суммарного испарения, но при этом повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Получены оценки эффективности использования мульчи из соломы для снижения весеннего поверхностного склонового стока на основе экспериментальных работ на Курской биосферной станции Института географии РАН и динамико-стохастического моделирования процессов, обусловливающих его формирование. Показано, что для условий центральной лесостепи применение мульчи из соломы от 3 до 10 см оказывает существенное влияние на уменьшение глубины промерзания и улучшение условий впитывания талых вод, уменьшение ПВСС как главного фактора, обусловливающего эрозию почвы, оврагообразование, диффузное загрязнение водоемов и другие негативные процессы на водосборах малых рек при любых погодных условий зимне-весенних периодов. На практике ее применение реально в процессе севооборота в пределах одного хозяйства.

Ключевые слова: природоподобные технологии, диссипативные структуры, почвенный покров, мульчирование, водный баланс, имитационное моделирование, динамико-стохастическая модель, поверхностный весенний склоновый сток, весеннее снеготаяние, глубина промерзания почвы, впитывание талых вод.

Abstract. Nature-like technologies use in production of agricultural products various aspects are considered. These are technologies whose application is close to the natural biosphere processes in natural geosystems. Reviews of works has been carried out that theoretically and practically show the inevitability of using No-till direct sowing technology to improve soil fertility, reduce soil erosion, conserve soil moisture, simultaneous evaporation, but at the same time reducing the yield of agricultural crops. The effectiveness of straw mulch using to reduce spring surface slope runoff was assessed based on experimental work at the Kursk Biosphere Station of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences and dynamic-stochastic modeling of its formation processes. For the conditions of the central forest-steppe, the use of straw mulch from 3 to 10 cm has a significant effect on reducing the freezing depth and improving the absorption of melt water, reducing spring surface slope runoff, as the main factor causing soil erosion, gully formation, diffuse pollution of water bodies and other negative processes in small rivers catchment areas under any weather conditions in the winter and spring periods. In practice, straw mulch use is realistic in the crop rotation process within the same farm.

Key words: Nature-like technologies, dissipative structures, soil cover, mulching, water balance, simulation modeling, dynamic-stochastic model, surface spring slope runoff, spring snowmelt, soil freezing depth, melt water absorption.

Введение. Под природоподобными технологиями понимаются такие технологии природопользования, которые были бы максимально близки к естественным процессам биосферы, минимально нарушали бы природные циклические структуры, в том числе структуры гидрологического цикла [1]. В сельском хозяйстве к таким технологиям относится система прямого посева No-till, при которой не происходит оборота пласта при выращивании сельскохозяйственных культур, длительное время почва не обрабатывается, а не ее поверхности сохраняются растительные остатки. Посев семян и заделка удобрений в почву в такой технологии производится в узкую щель, создаваемую рабочими органами сеялок. Наиболее эффективна такая технология на черноземных почвах в засушливых районах страны:

Центрально-Черноземной зоны, Северного Кавказа, Поволжья Урала, Западной и Восточной Сибири [2]. Теоретическое обоснование отказа от современной неэффективной и экологически небезопасной «серой» технологии обработки почвы и неизбежность перехода на «зеленые» природоподобные технологии раскрыты в [3, 4]. Оно основано на основе интерпретации законов экологии Б. Коммонера [5] и обобщения выводов Г. Циглера [6] и И. Пригожина [7] о сущности диссипативных структур, к которым относится и человеческое общество, которое для своего выживания должно стремиться к минимуму производства энтропии или минимума диссипации энергии.

Эти еще нетрадиционные агротехнологии характеризуются более экономичными способами обработки почвы: частичным или полным отказом от отвальной вспашки, отсутствием вертикального перемешивания пахотного слоя, минимальным нарушением почвенного покрова сельскохозяйственными машинами и обязательным мульчированием почвы (no-till или mulch tillage) с целью сохранения почвенной влаги и уменьшения эрозии почвы. Система нулевой обработки почвы (no-till – «не пахать» − отсутствие вмешательства в естественные процессы почвообразования) – современная система земледелия, при которой почва не обрабатывается, а ее поверхность укрывается специально измельченными остатками растений – мульчей. В различных регионах планеты внедряется технология прямого посева no-till и мульчирования, при этом используют мелкое, поверхностное рыхление или даже полный отказ от обработки почвы [8-10].

Приемы ведения сельского хозяйства, связанные с минимальным воздействием человека, по мнению Ю. Одума, способствуют: более эффективному использованию энергии; снижению потерь воды при орошении и почвенной эрозии; увеличению отдачи питательных веществ и снижению расхода удобрений; использованию пожнивных остатков при мульчировании почвы, силосовании или в качестве энергетических ресурсов; увеличению разнообразия культур и севооборотов; снижению нежелательной зависимости от пестицидов широкого спектра действия» [10].

При этом часто оказывается, что данная экологически более обоснованная и более природоподобная агротехнология, связанная с минимальной обработкой почвы (без несвойственного биосфере оборота пласта) в сочетании с мульчированием ее поверхности растительными остатками (заменяющими присутствующий в естественных степных экосистемах растительный войлок, уменьшающий непродуктивное испарение с почвы и ее эрозию) [10, 11]; оказывается не дороже использования агрессивной по отношению к биосфере традиционной агротехнологии, основанной на глубокой вспашке (связанной, как правило, с оборотом пласта), и применения орошения, приводящего к нарушению естественных структур гидрологического цикла [12, 13].

Обоснование применения нетрадиционных технологий земледелия, которые относительно в полной мере способствуют созданию в агрогеосистемах условий приближающих их функционирование и протекание процессов гидрологического цикла к естественным, природным геосистемам, должно основываться на научно-обоснованных оценках и прогнозе их экологической (в широком смысле) эффективности в различных почвенных условиях и гидрометеорологических воздействий. Основным методическим приемом оценки эффективности применения того или иного мелиоративного приема в земледелии является сравнительный анализ характеристик водного баланса в тот или иной период года (стока, испарения, изменения влажности почвы и др.) для геосистем с различным характером протекания гидрологических процессов – в естественных условиях и измененными в результате проведения рассматриваемого агротехнического мероприятия. В настоящее время наиболее перспективными нетрадиционными агротехнологиями в земледелии для управления гидрологическими процессами в период снеготаяния являются создание с осени в агрогеосистемах кулис из высокостебельных растений (подсолнечника, просо, горчицы и др.) и мульчирование почвы растительными остатками (соломой и др.) [10].

Мульчирование почвы растительными остатками в настоящее время рассматривается как одна из перспективных почво- и водоохранных агротехнологий земледелия, получающих все большее распространение во многих странах (США, Канада, ФРГ, Китай, Россия и др.). Научному обоснованию применения этой агротехнологии посвящено много экспериментальных исследований, в которых показана достаточно высокая эффективность их использования в увеличении урожайности сельскохозяйственных культур, улучшении структуры, плодородия и

режима влажности почвы, уменьшении непродуктивного испарения, снижении эрозии почвы в основном в теплый период года [9, 10, 14-17].

Материалы и методы. Оценка гидрологической эффектности мульчирования почвы растительными остатками из соломы в период весеннего снеготаяния была проведена путем имитационного моделирования процессов формирования поверхностного весеннего склонового стока с использованием динамико-стохастической модели (ДСМ), разработанной на основе многолетних экспериментальных наблюдений на водобалансовых объектах Курской биосферной станции Института географии РАН [18]. В этой модели рассчитывается динамика схода снежного покрова, впитывания воды в мерзлую почву, стекания воды по склону и осуществляется учет стохастического характера снежного покрова и тесно связанной с ним глубины промерзания почвы – основных факторов, обусловливающих процесс впитывания и образования талого стока на склонах. Влияние осеннего мульчирования почвы соломой с применением ДСМ на изменение структуры водного баланса в период снеготаяния исследовалось на примере воднобалансовых объектов КБС ИГРАН, за период 1979-1985 гг. *(рисунок 1)*.

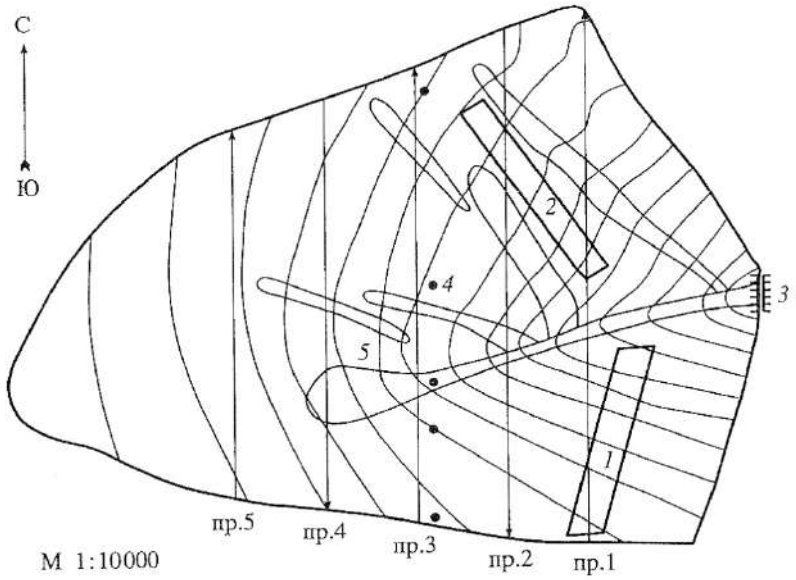


Рисунок 1. Схема экспериментального водосбора КБС ИГРАН – лога Панинского:
1 – стоковая площадка на склоне северной экспозиции; 2 – стоковая площадка на склоне южной экспозиции; 3 – бетонно-земляная плотина с тонкостенным водосливом; 4 – постоянные точки размещения на водосборе комплекса приборов для измерения характеристик снежного покрова, глубины промерзания, температуры и влажности почвы; 5 – тальвег, ложбины стока; пр. 1 – пр.5 – профили постоянных маршрутов снегомерных съемок поперек склонов на начало снеготаяния, горизонтали через 2 м.

В эти же годы и в том же районе Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии РАСХН (ВНИИЗ и ЗПЭ) осуществлял крупномасштабный эксперимент на большом числе стоковых площадок по изучению влияния различных агротехнических приемов обработки почвы на изменение поверхностного весеннего склонового стока (ПВСС), эрозии почвы и обусловливающих их факторов. Одним из таких приемов являлось мульчирование с осени одной из стоковых площадок. Результаты этих исследований в значительной степени обобщены М.М. Ломакиным [19]. В этой работе приведена информация о ПВСС и обусловливающих его формирования факторах, практически аналогичная той, которая получена для объектов КБС ИГРАН, что позволило создать единую базу данных для 56 годопунктов. Длина склона на объектах КБС ИГРАН составляла 200 м, на объектах ВНИИЗ и ЗПЭ – 170 м. Водосбор «Панинский» был представлен в виде большой стоковой площадки с длиной склона – 450 м. Для каждого из объектов имелась экспериментально полученная информация о максимальных снегозапасах, глубине промерзания, влажности почвы W_0 и объеме ПВСС. Для объектов КБС ИГРАН имелись также данные об изменении высоты снежного покрова (по декадам) в течение холодного периода и суточной водоотдаче из снега в период снеготаяния, полученные путем наблюдений по постоянным снегомерным рейкам, а также об ежедневных значениях ПВСС

(гидрограф). Данные о метеорологических характеристиках были получены на метеостанции «Петринка», расположенной в нескольких километрах от рассматриваемых экспериментальных объектов. Это средние декадные значения температуры воздуха за холодный период, а также ежедневные данные о температуре воздуха и осадках в период снеготаяния.

Поскольку все экспериментальные объекты были расположены вблизи друг от друга, эти метеорологические характеристики за каждый год принималось одними и теми же для всех объектов, за исключением декадных значений высоты снежного покрова. Для каждого из объектов ВНИИЗ и ЗПЭ значение этой характеристики рассчитывалось путем использования поправочных коэффициентов, полученных для каждого года наблюдений, как отношение между значениями высоты снега на объектах КБС ИГРАН и на всех остальных на момент установления максимальных снегозапасов. В каждый год общими для всех объектов являлись также значения пористости почвы n_o=0,60 и коэффициентов теплопроводности снега (λ_1), мерзлой (λ_2) и талой (λ_3) почвы при расчете глубины ее промерзания. Что касается коэффициента фильтрации талой почвы K_o, то для черноземов мощных, тяжелосуглинистых, на примере которых разрабатывалась ДСМ, он был определен экспериментально только для пашни и косимой целины и оказался равным соответственно 2,4 мм/мин и 13,3 мм/мин [20]. Для других видов подстилающей поверхности значения этого важнейшего гидрофизического параметра почвы были неизвестны и были определены по результатам оптимизации. Рассмотрим, используя ДСМ, как изменится водный баланс склонов в предположении, что на каждый из рассматриваемых экспериментальных объектов с осени расположен слой мульчи из соломы различной высоты [21]. Помимо значений W_0 и K_o, для указанных типов подстилающей поверхности было проведено также осреднение длины склонов, декадных значений высоты снежного покрова и измеренных значений ПВСС.

Результаты исследований и их обсуждение. Для всех типов подстилающей поверхности были проведены расчеты влияния изменения высоты мульчи из соломы на изменение глубины промерзания, слоя и коэффициента ПВСС, и в целом элементов водного баланса. При высоте мульчи от 0 до 10 см, расчетный шаг составлял 1 см, при высоте от 10 до 20 см – 2 см. На *рисунке 2* приведены графики изменения глубины промерзания почвы от высоты мульчи $\xi = f(\delta_м)$ за все годы наблюдений для 1 и 3 типов поверхностей. Приведенные графики свидетельствуют о следующем: в зависимости от ее высоты мульча из соломы в два-три раза может уменьшить глубину промерзания почвы и соответственно улучшить условия для впитывания талых вод во все годы, для всех видов подстилающей поверхности; в морозные, суровые (1983-1984, 1984-1985 гг.) и мягкие зимы влияние мульчи проявляется по-разному. В первом случае, даже наличие 20 см слоя мульчи не обеспечивает сохранение почвы в талом состоянии, а, следовательно, в эти годы создаются условия для образования «запирающего» слоя и повышенного ПВСС.

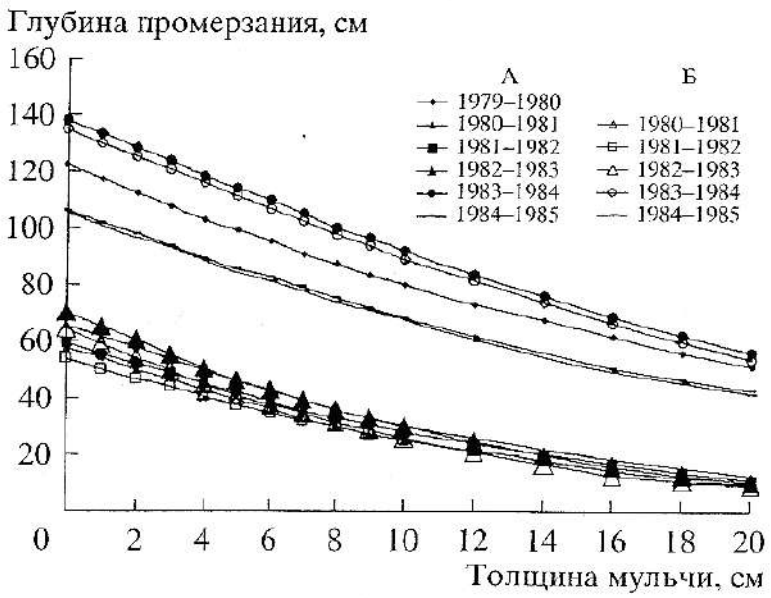


Рисунок 2. Зависимость глубины промерзания от слоя мульчи из соломы:
А – тип поверхности 1 (зяблевая пахота), Б – тип поверхности 3 (уплотненная почва).

Во втором случае наличие слоя мульчи уже в 12 см приводит к тому, что почва к началу снеготаяния является талой, «запирающий» слой не образуется, и можно ожидать практически полного поглощения талой воды почвой без образования ПВСС. Зависимости $\xi = f(\delta м)$ хорошо аппроксимируются выражениями типа:

$$\xi = \xi_o \exp(-b\delta_м), \quad (1)$$

где: ξ_o- глубина промерзания почвы в естественных условиях; b – параметр.

В практических приложениях для данного типа почв можно рекомендовать следующие значения параметра b: для мягких зим 0,1, для морозных 0,05. На *рисунках 3 и 4* приведены зависимости изменения ПВСС и его коэффициента (η) от высоты мульчи.

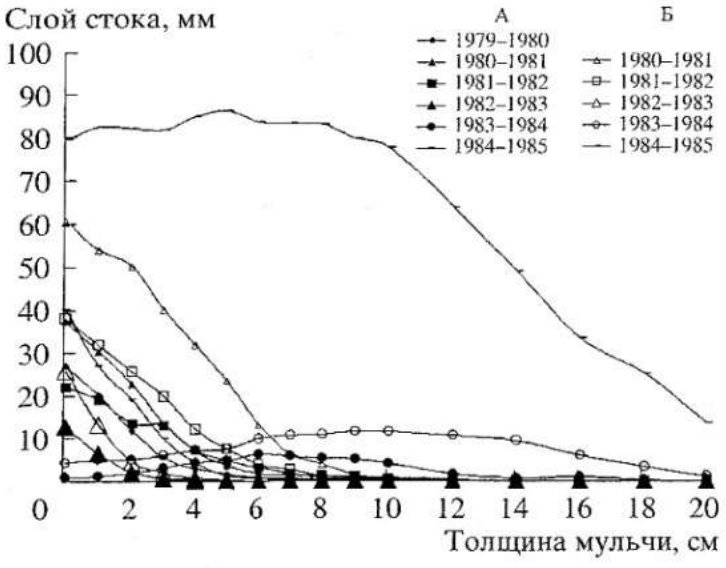


Рисунок 3. Зависимость весеннего склонового стока от мощности слоя мульчи из соломы (см).

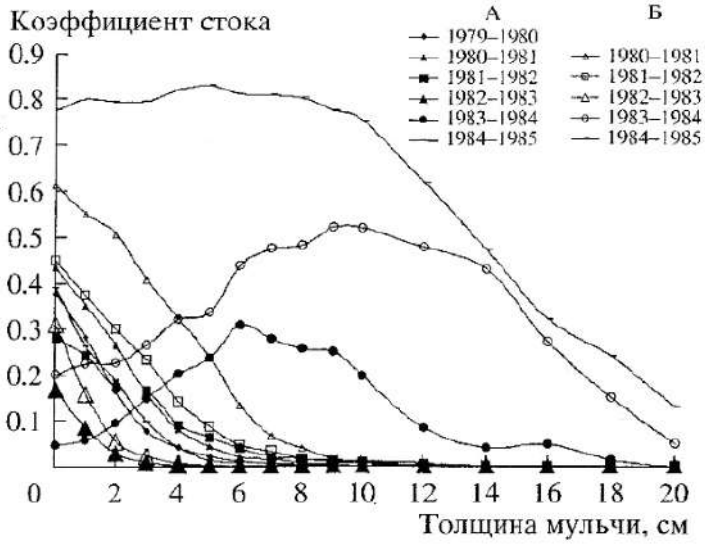


Рисунок 4. Зависимость коэффициента весеннего склонового стока от слоя мульчи из соломы.

Так же, как и для глубины промерзания, уменьшение ПВСС и его коэффициента под влиянием мульчи проявляется во всех случаях, но различно в морозные и теплые зимы. В теплые зимы высота мульчи в 8–10 см полностью ликвидирует ПВСС, в холодные зимы с этих высот начинается его заметное снижение и только при высоте 18-20 см может образоваться слой ПВСС менее 25 мм – критического значения, при котором он весь поглощается почвой [22].

Зависимости коэффициента ПВСС (η) от высоты мульчи ($\delta_м$) η = f ($\delta_м$) могут быть аппроксимированы степенными функциями:

$$\eta = a(\delta_м + 1)^{-m} - 1, \quad (2)$$

где a и m – параметры.

Для морозных зим и подстилающей поверхности 1-ого типа (зябь): a = 1,8, m = 0,19, с коэффициентом детерминации R^2 = 0,9, для подстилающей поверхности 3-ого типа (все остальные виды агросистем) в эти годы: a = 4,6, m = 0,45, с R^2 = 0,86; для лет с мягкими зимами и для подстилающей поверхности 1-ого типа: a = 1,2, m = 0,1 с R^2 = 0,82, для подстилающей поверхности 3-его типа: a = 1,6, m = 0,13, с R^2 = 0,83.

В *таблице 1* приведена структура водного баланса склонов малых водосборов в районе исследований для 1 и 3 типов подстилающей поверхности с естественными условиями формирования ПВСС ($\delta_м$ = 0) и измененными в результате использования мульчи из соломы.

Таблица 1

Компоненты расчетного водного баланса на склонах при разной толщине мульчи

Слой мульчи, см	Тип поверхности 1 (без механической обработки почвы)					Тип поверхности 3 (с механической обработкой почвы)				
	снегозапасы+осадки периода снеготаяния, мм	сток, мм/% от снегозарасов	инфильтрация, мм/% от снегозапасов	уменьшение стока под влиянием мульчи, ΔY1, мм	увеличение инфильтрации под влиянием мульчи, мм	снегозапасы+осадки периода снеготаяния, мм	сток, мм/% от снегозапасов	инфильтрация, мм/% от снегозапасов	уменьшение стока под влиянием мульчи, ΔY3, мм	увеличение инфильтрации под влиянием мульчи, мм
1979/80										
0	72	27/37	45/63	0	0					
3	72	5/7	66/93	22	22					
6	72	1/1	71/99	26	26					
1980/81										
				0	0				0	0
4	86	7/9	79/91	30	0	86	37/43	49/57	29	28
6	86	2/3	84/97	36	36	98	13/13	85/87	48	47
7	86	1/1	85/99	36	36	98	6/6	92/94	55	54
9	86	0/0	86/100	37	37	98	1/1	97/99	59	59
1981/82										
0	79	22/28	57/72	0	0	85	38/45	47/55	0	0
6	79	3/4	76/96	19	19	85	4/5	81/95	34	34
7	79	2/3	77/97	21	20	85	3/4	82/96	35	35
10	79	1/1	78/99	22	22	85	0/0	85/100	38	38
1982/83										
0	76	13/	63/	0	0	84	26/41	58/59	0	0
2	76	2/3	73/97	11	10	84	5/5	79/95	21	21
4	76	0/0	75/100	12	12	84	1/1	83/99	25	25
1983/84										
0	21	1/1	20/99	0	0	22	4/18	18/84	0	0
6	21	6/30	14/70	-5	-6	22	10/45	12/55	-5	-5
10	21	4/20	16/80	-3	-3	22	12/55	10/45	-7	-7
14	21	1/1	20/99	0	0	22	10/45	12/55	-5	-5
20	21	0/0	21/100	1	1	22	1/1	21/99	3	4
1984/85										
0	103	40/39	63/41	0	0	103	80/78	23/22	0	0
5	103	2/1	102/99	39	40	103	86/84	18/16	-6	-5
8	103	0/0	103/103	40	40	103	83/81	20/19	-3	-3
20	103	0/0	103/103	40	40	103	14/14	90/86	67	68

Анализ приведенных данных позволяет прийти к следующим заключениям: 1) в естественных условиях, несмотря на высокие снегозапасы, ПВСС на зяби выше критического значения в 25 мм образовывался 3 раза из 5, в то время как в агросистемах с «уплотненной» почвой – во все эти годы; 2) слой мульчи из соломы высотой в среднем 5-10 см обеспечивает полное поглощение талых вод на всех видах подстилающей поверхности во все годы и только в

очень морозные годы на «уплотненной» почве его высота должна составлять 15-18 см; 3) модельные расчеты по оценке эффективности различных почвозащитных агротехнологий по улучшению гидрологического режима малых водосборов в период снеготаяния по сравнению с зяблевой пахотой, показали, что в отдельные годы их применение оказывает заметное влияние на уменьшение ПВСС и увеличение инфильтрации талых вод в почву. Однако могут быть годы, когда влияние регулирующей емкости зяблевой пахоты будет преобладать над эффектом уменьшения водопроницаемости почвы при использовании этих агроприемов, как в условиях естественного залегания снежного покрова, так и при использовании мульчи из соломы.

Отметим, что, поскольку в работе рассматривается вариант природных условий центральной лесостепи, когда основное пополнение почвенных влагозапасов происходит за счет весеннего снеготаяния, то полученные в ней результаты (в частности, методика оценки эффективности улучшения гидрологического режима водосборов) применимы, в первую очередь, именно к таким районам. Кроме того, поскольку в работе используется ряд эмпирических функции, полученных в условиях степной и лесостепной зоны Европейской части России, то указанная методика применима для условий, характерных для аналогичных им регионов

Выводы. В целом результаты массовых расчетов изменения водного баланса склонов малых водосборов Центральной лесостепи для агросистем с разным видом подстилающей поверхности с использованием ДСМ в естественных условиях протекания гидрологических процессов и под влиянием регулирующего воздействия мульчи из соломы в период снеготаяния, позволили сделать следующие выводы.

1) Мульчирование с осени почвы растительными остатками (соломой) является в гидрологическом отношении весьма эффективной агротехнологией. Ее применение оказывает существенное влияние на уменьшение глубины промерзания и улучшение условий впитывания талых вод, уменьшение ПВСС, как главного фактора, обусловливающего эрозию почвы, оврагообразование, диффузное загрязнение водоемов и другие негативные процессы на водосборах малых рек. На практике ее применение реально в процессе севооборота в пределах одного хозяйства.

2) Влияние мульчи из соломы на формирование ПВСС в разные по погодным условиям зимнее – весенние периоды проявляется неодинаково. Однако, в среднем, слой соломенной мульчи 5-10 см практически всегда обеспечивает полное поглощение талых вод почвой и увеличение влажности почвы на всех видах агросистем и даже в самые морозные зимы способен приблизить величину ПВСС к критическому значению, при котором происходит его полное поглощение почвой.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института географии РАН FMWS-2024-0007 (численное моделирование влияния мульчирования на формирование весеннего поверхностного склонового стока в зоне лесостепи) и программы Приоритет-2030 N20180180 (теоретические основы применения природоподобных технологий).

Список литературы

1. Гусев Е.М. Формирование режима и ресурсов почвенных вод в зимне-весенний период. М.: Наука, 1993. 158 с.

2. Иванов А.Л., Кулинцев В.В., Дридегер В.К., Белобров В.П. Освоение технологии прямого посева на черноземах России // Сельскохозяйственный журнал. 2021. №2(4). С. 18-36.

3. Гусев Е.М. Неизбежность и перспективы использования человечеством стратегии «зеленого земледелия» // Аридные экосистемы. 2019. Т. 25. № 3(80). С. 3-10.

4. Гусев Е.М. Эволюция технологий в земледелии: от «серых» до «зеленых» // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 1(82). С. 3-12.

5. Коммонер Б. Замыкающийся круг. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 274 с.

6. Циглер Г. Экстремальные принципы термодинамики необратимых процессов и механика сплошной среды. М.: Мир, 1966. 136 с.

7. Пригожин И. Введение в термодинамику неравновесных процессов. М.: Издательство иностранной литературы, 1960. 127 с.

8. Hall A., Dorai K. The greening of agriculture. Agricultural innovation and sustainable growth. 2010. Link Limited, Brighton, United Kingdom. 60 p.

9. Ален Х.П. Прямой посев и минимальная обработка почвы. М.: Агропромиздат, 1985. 205 с.

10. Сельскохозяйственные экосистемы / Ред. Л.О. Карпачевский. М.: Агропромиздат, 1987. 224 с.

11. Гусев Е.М. Ресурсы почвенных вод и экология наземного растительного покрова. Концепции, эксперимент, расчеты. Palmarium Academic Publishing: Saarbrücken. 2012. 116 с.

12. Гусев Е.М., Джоган Л.Я. Влияние различных агротехнологий на формирование водного режима, урожайность, эколого-энергетическую и экономическую эффективность посевов пшеницы в степной и лесостепной зонах Русской равнины // Природообустройство. 2018. № 3. С. 81-87.

13. Gusev Y.M., Dzhogan L.Y., Nasonova O.N. Modelling the impact of mulching the soil with plant remains on water regime formation, crop yield and energy costs in agricultural ecosystems // Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences. 2018. Vol. 376. P. 77-82.

14. Будаговский А.И., Григорьева Н.И. Пути повышения эффективности использования ресурсов почвенных вод // Водные ресурсы. 1991. № 1. С. 131.

15. Джекс Д.В., Бринд У.Д., Смит С.Н. Мульчирование. М.: Изд-во иностан. литературы, 1958. 218 с.

16. Кумани М.В. Способы регулирования почвенно-эрозионных процессов и гидрологического режима агроландшафтов Центрально-Черноземной зоны: Автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Курск, 2003. 49 с.

17. Моргун Ф.Т., Шикула Н.К., Тарарико А.Г. Почвозащитное земледелие. Киев: Урожай, 1988. 254 с.

18. Ясинский С.В., Гусев Е.М. Динамико-стохастическое моделирование процессов формирования весеннего склонового стока на малых водосборах // Почвоведение. 2003. № 7. С. 847-861.

19. Ломакин М.М. Мульчирующая обработка почвы на склонах. М.: Агропромиздат, 1988. 183 с.

20. Ясинский С.В. Пространственная неравномерность коэффициента фильтрации почвы на пашне и целине в центральной лесостепи // Метеорология и гидрология. 1982. № 10. С. 113-115.

21. Ясинский С.В., Гусев Е.М., Кашутина Е.А. Эффективность агроприемов в управлении гидрологическими процессами на малых водосборах в период весеннего снеготаяния // Почвоведение. 2008. № 3. С. 321-329.

22. Рекомендации по регулированию почвенно-гидрологических процессов на пахотных землях. Курск: Издательский центр ЮМЭКС, 2000. 105 с.

УДК 911.3 (571.60)

ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА СТАРООСТВОЕННОГО СТЕПНОГО РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

APPROACHES AND METHODS OF FORMING THE ECOLOGICAL FRAMEWORK OF THE OLD-DEVELOPED STEPPE REGION (ON THE EXAMPLE OF THE BELGOROD REGION)

*Белоновская Е.А.[1], Чендев Ю. Г.[2], Царевская Н.Г.[1], Титова С.В.[1], **Тишков А.А.[1,2]
*Belonovskaya E.A.[1], Tsarevskaya N.G.[1], Titova S.V.[1], **Tishkov A.A.[1,2]

[1]Институт географии РАН, Москва, Россия
[2] Белгородский государственный университет, Белгород, Россия
[1]Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
[2]Belgorod State University, Belgorod, Russia

E-mail: *belena@igras.ru, **tishkov@igras.ru

Аннотация. Представлены подходы и методы формирования экологического каркаса территории Белгородской области как староосвоенного аграрного и урбанизированного степного региона. Показано, что попытки его создания в рамках территориального планирования области (2011) и ландшафтных исследований, базирующихся на методах дистанционного зондирования, опирались на природно-антропогенные элементы интразональных и азональных ландшафтов – участки пойм и водоохранные зоны, фрагменты лесной растительности, лесополосы, лесопосадки, городские парки, овражно-балочные комплексы с травяными неудобьями и пр. Разными авторами их общая площадь оценивалась в 10% от площади. В рамках исследований по договору Института географии РАН и Института наук о Земле НИУ БелГУ ландшафтные и биогеографические исследования по созданию экологического каркаса области предложено строить на элементах агроландшафта без пашни, включая в качестве приоритетных сохранившиеся участки зональных степей, залежи на месте низкопродуктивной пашни, восстанавливающиеся леса, лесополосы и фрагменты пойменной растительности. Оптимизация агроландшафта с приданием его элементам функций экологического каркаса, коридоров для миграций степной биоты и максимальное использование флористического пула для восстановления степной растительности в области позволит в перспективе избежать рисков снижения продуктивности аграрных угодий в условиях роста засушливости климата, интенсификации производства и экспансии промышленных территорий на земли сельскохозяйственного назначения.

Ключевые слова: Белгородская область, староосвоенный регион, степь, экологический каркас, агроландшафт, охраняемые природные территории, восстановительная сукцессия

Abstract. The approaches and methods of forming the ecological framework of the territory of the Belgorod region as an old-developed agrarian and urbanized steppe region are presented. It is shown that attempts to create it within the framework of territorial planning of the region (2011) and landscape studies based on remote sensing methods were created on natural and anthropogenic elements of intrazonal and azonal landscapes – floodplain areas and water protection zones, fragments of forest vegetation, forest belts, forest plantations, urban parks, ravine-beam complexes with grasslands, etc. Different authors estimated their total area at 10% of the area. As part of the research under the agreement of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences and the Institute of Earth Sciences of the National Research University of Belgorod State Uni, landscape and biogeographic studies on the creation of the ecological framework of the region were proposed to be built on elements of the agricultural landscape without arable land, including preserved areas of zonal steppes, deposits on the site of low-productive arable land, regenerating forests, forest belts and fragments of floodplain vegetation. Optimization of the agricultural landscape with giving its elements the functions of an ecological framework, corridors for migrations of steppe biota and the maximum use of the floral pool for the restoration of steppe vegetation in the region will allow in the future to avoid the risks of reducing the productivity of agricultural land in the conditions of increasing aridity of the climate, intensification of production and expansion of industrial territories to agricultural land.

Key words: Belgorod region, old-developed region, steppe, ecological framework, agricultural landscape, nature protected areas, restorative succession.

УДК 502.6

ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ЛАНДШАФТЫ КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ В СТЕПНОМ ПРИУРАЛЬЕ

MINING AND TECHNICAL LANDSCAPES OF CULTURAL AND HISTORICAL SIGNIFICANCE IN THE STEPPE CIRURAL REGION

[*]Богданов С.В. [**]Дронов Н.С.
[*]Bogdanov S.V., [**]Dronov N.S.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: [*]bogdanov-step@yandex.ru, [**]dnc88@mail.ru

Аннотация. В работе рассматриваются ключевые вопросы ландшафтно-исторической атрибуции медных рудников степного Приуралья, относящихся к Приуральскому горно-металлургическому центру, приводится классификация горно-технических урочищ, анализируются проблемы истории изучения, хронологии и периодизации комплексов. Определяется место горно-технических объектов в исторически сложившемся ландшафте возвышенных степей Южного Приуралья. Исторические рудники степного Приуралья базируются на рудопроявлениях медистых песчаников и сланцев осадочного генезиса татарского яруса поздней перми. Минеральный состав руд отличается значительным разнообразием, включает карбонаты, силикаты, оксиды, сульфаты и сульфиды меди. Скопления выработок эпохи бронзы (IV-II тыс. до н. э.) и Нового времени (XVIII – нач. XX вв.) по крупным рудным телам, состоящие из восьми типов сложных урочищ (псевдокарстовые провалы над выработками, бугристые отвалы, осыпи, разносы, штольни, шахты, обогатительные площадки, пожоговые ямы со шламовыми отвалами), образуют ландшафтные катены, характеризующиеся высоким ландшафтно-археологическим и природным разнообразием. Памятники горной археологии степного Приуралья представляют собой уникальные квазиприродные рефугиумы, обеспечивающие экологический баланс, устойчивое развитие территории, сохранение объектов природного и историко-культурного наследия народов России. Исторические медные рудники Приуральского древнего горно-металлургического центра обладают высоким научно-исследовательским и туристическо-рекреационным потенциалом.

Ключевые слова: Общий Сырт, исторические медные рудники степного (Южного) Приуралья, ландшафтные катены, типы сложных урочищ, рефугиумы.

Abstract. The paper examines the key issues of landscape-historical attribution of copper mines of the steppe Cis-Urals, belonging to the Cis-Urals mining and metallurgical center, provides a classification of mining-technical tracts, analyzes the problems of the history of study, chronology and periodization of complexes. The place of mining and technical objects in the historically formed landscape of the elevated steppes of the Southern Urals is determined. The historical mines of the steppe Urals are based on ore occurrences of cuprous sandstones and shales of sedimentary origin of the Tatarian stage of the late Permian. The mineral composition of the ores is significantly diverse, including carbonates, silicates, oxides, sulfates and copper sulfides. Accumulations of workings of the Bronze Age (IV-II millennium BC) and the New Age (XVIII – early XX centuries) on large ore bodies, consisting of eight types of complex tracts (pseudokarst failures above workings, hummocky dumps, screes, allotments, adits, mines, processing sites, burn pits with sludge dumps) form landscape catenas characterized by high landscape, archaeological and natural diversity. Monuments of mountain archeology of the steppe Cis-Urals are unique quasi-natural refugia that ensure ecological balance, sustainable development of the territory, and preservation of objects of the natural, historical and cultural heritage of the peoples of Russia. The historical copper mines of the Priuralsky ancient mining and metallurgical center have high scientific research and tourism and recreational potential.

Key words: General Syrt, historical copper mines of the steppe (Southern) Urals, landscape catenas, types of complex tracts, refugia.

УДК 633.11: 574.472

РОЛЬ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ СБАЛАНСИРОВАННЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ В ПОСТЦЕЛИННЫХ РЕГИОНАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

THE ROLE OF NATURE-LIKE TECHNOLOGIES IN THE FORMATION OF ECOLOGICALLY BALANCED AGRICULTURAL LANDSCAPES IN THE POST-VIRGIN REGIONS OF THE STEPPE ZONE OF RUSSIA

Гулянов Ю.А.
Gulyanov Yu.A.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: orensteppe@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты оценки экологической сбалансированности агроландшафтов отдельных постцелинных территорий Восточной природно-климатической зоны Оренбургской области и Западно-Кулундинской природно-климатической зоны Алтайского края, характеризующихся широкой сельскохозяйственной освоенностью. Их экологической устойчивости (стабильности) дана преимущественно низкая оценка, обусловленная преобладанием дестабилизирующих экологическое равновесие структурных элементов в общей площади землепользования. Повышение их экологической устойчивости и сбалансированности предложено путем сокращения площади пашни на величину, превышающую ее оптимальные размеры. Это может быть достигнуто путем трансформации в другие виды пользования, стабилизирующие экологический баланс, малопродуктивных пахотных угодий на площади 16,2 тыс. га в Светлинском районе Оренбургской области, 15,4 тыс. га в МО г. Славгород, 18,7 тыс. га в Ключевском, 50,9 тыс. га в Кулундинском и 51,3 тыс. га в Табунском районах Алтайского края. Поддержание экологической устойчивости агроландшафтов и сохранение продовольственной безопасности населения и экспортного потенциала страны путем компенсации недополученных урожаев более высокими сборами с остающихся в обработке земель в этом случае может быть обеспечено посредством внедрения наукоемких природоподобных технологий, определенных правительством РФ в качестве приоритетных.

Ключевые слова: степная зона России, экологическая сбалансированность агроландшафтов, природоподобные технологии

Abstract. The article presents the results of an assessment of the agro-landscapes' ecological balance within the certain post-virgin territories in the Eastern natural-climatic zone of the Orenburg region and the Western Kulunda natural-climatic zone of the Altai Territory, characterized by wide agricultural development. Their environmental stability has a low assessment due to the predominance of structural elements destabilizing the ecological balance in the total land use area. It is proposed to increase their environmental stability and balance by reducing the area of arable land by an amount exceeding its optimal size. This can be achieved by transforming unproductive arable land on an area of 16.2 thousand hectares in the Svetlinsky district of the Orenburg region, 15.4 thousand hectares in the Moscow region (Slavgorod), 18.7 thousand hectares in Klyuchevsky, 50.9 thousand hectares in Kulundinsky and 51.3 thousand hectares in Tabunsky districts of the Altai Territory into other types of use that stabilize the ecological balance. In this case, maintaining the ecological stability of agricultural landscapes and preserving the food security of the population and the export potential of the country can be ensured by compensating for lost harvests with higher fees from the lands remaining in cultivation through the introduction of science-intensive nature-like technologies identified by the Government of the Russian Federation as a priority.

Key words: steppe zone of Russia, ecological balance of agricultural landscapes, nature-like technologies.

УДК 582.572.2:502.75

ВИДЫ РОДА *GAGEA* SALISB. (LILIACEAE) ВО ФЛОРЕ БУЗУЛУКСКОГО БОРА

SPECIES OF THE GENUS *GAGEA* SALISB. IN THE FLORA OF THE BUZULUK PINE FOREST

Кин Н.О.[1], Леонов А.Г.[2]
Kin N.O.[1], Leonov A.G.[2]

[1]Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный парк «Бузулукский бор», п. Колтубановский, Россия
[1]Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia
[2]Federal State Budgetary Institution "BuzulukskiyBor National Park", v. Koltubanovskiy, Russia

E-mail: kin_no@mail.ru

Аннотация. Весенняя флора формируется раннецветущими видами с коротким циклом развития. Тем не менее, они составляют важную часть любой флоры. Одними из сложных и интересных в таксономическом и морфологическом отношении являются виды рода *Gagea* (Liliaceae). Ранее во флоре бора был отмечен только *G. pusilla* (F. W. Shmidt) Schult. & Schult. sensu lato. В 2023 г. были выявлены *G. podolica* Schult. et Schult. fil. и *G. minima* (L.) Ker-Gawl. Также остается вероятность обнаружения и других видов этого рода во флоре Бузулукского бора. Среди них высокий шанс обнаружения близкородственных таксонов *G. pusilla*, например, *G. tichomirovii* Levichev prov.

Ключевые слова: Бузулукский бор, весенняя флора, виды рода *Gagea*, близкородственные таксоны.

Abstract. The spring flora is represented by short developmental periods. Nevertheless, spring species form an important part of any flora. One of the taxonomically complex and interesting species are species of the genus *Gagea*. Previously, we noted only *G. pussilla* in the pine forest flora. In 2023 *G. podolica* and *G. minima* were identified. Modern findings are confirmation of the data previously given by other scientists and specialists. Thus, the presence of 3 species of the genus *Gagea* in the flora is now reliably confirmed. There is also a probability of finding other species of this genus in the flora of Buzulukskiy pine forest.

Key words: Buzuluk pine forest, spring flora, *Gagea* species, closely related taxa.

УДК 556.552

ОЦЕНКА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ СТЕПНОЙ ЧАСТИ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

ASSESSMENT OF RENEWABLE WATER RESOURCES OF THE STEPPE PART OF THE CRIMEAN PENINSULA

Косицкий А.Г, Богуцкая Е.М., Ильяшенко Е.Ф.
Kositskiy A.G., Bogutskaya E.M. Ilyashenko E.F.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

E-mail: alexhydro@mail.ru

Аннотация. Оценка собственных возобновляемых водных ресурсов степной части Крымского полуострова является непростой задачей в связи с отсутствием гидрологических наблюдений в данной части Крыма. Поэтому, для их оценки использован косвенный метод, основанный на зависимости средних многолетних расходов воды от порядков рек. С ее помощью оценены средние многолетние расходы воды степных рек Крыма, деление которых на площади водосборов данных рек дало модули стока. Среднее значение модуля стока для степных рек Крыма получилось равным 0,4 л/(с·км^2), что близко к более ранним оценкам. Умножение его на общую площадь степной части Крыма дало суммарный расход воды и годовой объем стока, равный примерно 250 млн м^3, что и следует считать собственными возобновляемыми водными ресурсами степной части Крымского полуострова.

Ключевые слова: Крымский полуостров, степь, водные ресурсы, порядок реки.

Abstract. Assessing the own renewable water resources of the steppe part of the Crimean Peninsula is not an easy task due to the lack of hydrological observations in this part of the Crimea. Therefore, an indirect method was used to estimate them, based on the dependence of the average long-term water consumption on the river orders. With its help, the average long-term water consumption of the steppe rivers of the Crimea was estimated, the division of which into the catchment areas of these rivers gave runoff modules. The average value of the flow modulus for the steppe rivers of the Crimea turned out to be 0.4 l/(s·km^2), which is close to earlier estimates. Multiplying it by the total area of the steppe part of Crimea gave a total water consumption and annual flow volume of approximately 250 million m^3, which should be considered its own renewable water resources of the steppe part of the Crimean Peninsula.

Key words: The Crimean peninsula, steppe, water resources, order of the river.

УДК 630.561.24

ХАРАКТЕРИСТИКА РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА *PINUS SYLVESTRIS* L. РЕГИОНАЛЬНОГО ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ «ПЕТРОВСКИЕ ОДИНОЧНЫЕ СОСНЫ»

CHARACTERISTICS OF THE RADIAL GROWTH OF THE *PINUS SYLVESTRIS* L. OF THE REGIONAL NATURAL MONUMENT OF THE ORENBURG REGION "PETROVSKY SINGLE PINES"

Кучеров С.Е.[1, 2], Вельмовский П.В.[2]
Kucherov S.E. [1, 2], Velmovskiy P.V. [2]

[1]Уфимский институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия
[2]Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
[1]Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia
[2]Institute of Steppe, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: skucherov@mail.ru, velmovski@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ радиального прироста сосны обыкновенной на территории особо охраняемой природной территории регионального значения памятника природы Оренбургской области «Петровские одиночные сосны». Определен возраст деревьев на 2023 год, с минимальным значением 141 год и максимальным 183 года. Показано, что прирост сосен обладает высокой чувствительностью к изменчивости год от года условий окружающей среды. В рядах прироста присутствуют депрессии прироста, связанные, по нашему мнению, с повреждением деревьев пожарами. Наибольшее снижение прироста сосны в пределах памятника природы «Петровские одиночные сосны» происходило в годы засух.
Ключевые слова: сосна обыкновенная, радиальный прирост, засухи.

Abstract. The analysis of the radial growth of Scots pine in the territory of a specially protected natural area of regional significance of the natural monument of the Orenburg region "Petrovsky single pines" is carried out. The age of the trees has been determined for 2023, with a minimum value of 141 years and a maximum of 183 years. It is shown that the growth of pine trees is highly sensitive to the variability of environmental conditions from year to year. In the growth series, there are growth depressions associated, in our opinion, with damage to trees by fires. The greatest decrease in the growth of pine trees within the limits of the natural monument "Petrovsky single pines" occurred during the years of droughts.
Key words: *Pinus sylvestris* L., tree-rings, droughts.

УДК 911:316.647.8

ОТ СТЕПНЫХ ПРЕДРАССУДКОВ К ЗАВЕРШЕННОЙ СИСТЕМЕ ПРИРОДНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СИМВОЛОВ РОССИИ

FROM STEPPE PREJUDICES TO A COMPLETE SYSTEM OF NATURAL PLANT SYMBOLS OF RUSSIA

Левыкин С.В., Казачков Г.В., Левыкина Н.П.
Levykin S.V., Kazachkov G.V., Levykina N.P.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: stepevedy@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается символическое значение седого ковыля в контексте других природных символов России, а также его роль в формировании национального самосознания и культурного наследия. Анализируется возможность включения ковыля в число официальных символов страны и его значение для искусства, литературы и охраны окружающей среды. Данная статья анализирует предрассудки, связанные с отношением россиян к седому ковылю. Авторы провели исследование, чтобы выяснить, почему большинство россиян положительно относятся к березе и негативно – к ковылю. В статье рассматриваются исторические, культурные и психологические факторы, которые могут объяснить дискриминацию в отношении исследуемого степного растения. Представленные результаты исследования помогают лучше понять социальные и культурные аспекты формирования предрассудков народов России, смягчают негативное отношение к ковылю и способствуют развитию осознанности к поддержанию и сохранению степных экосистем.

Ключевые слова: ковыль, береза, степь, лес, степные экосистемы, охрана природы.

Abstract. The article considers the symbolic meaning of feather grass in the context of the other natural symbols of Russia, and its role in the formation of national identity and cultural heritage. The possibility to include the feather grass to the list of the state's official symbols, and its significance for art, literature and environmental protection is analyzed. This article analyzes the prejudices associated with the attitude of the Russians people to the feather grass. The authors conducted a study to find out why the majority of the Russians people have a positive attitude towards birch, while they have a negative attitude towards the feather grass. The article examines historical, cultural and psychological factors that may explain discrimination against the studied steppe plant. The results of the research help to understand better the social and cultural aspects of the formation of prejudices of the Russia's people, mitigate negative attitudes towards the feather grass, and contribute to the development of awareness to the maintenance and preservation of steppe ecosystems.

Key words: feather grass, birch, steppe, forest, steppe ecosystems, nature conservation.

УДК 911.3 (81.28)

РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О СТЕПНОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ НА ПРИМЕРЕ ГИПОТЕЗЫ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ТЕРМИНА *СТЕПЬ*

THE DEVELOPMENT OF STEPPE TERMINOLOGY IDEAS: ON THE EXAMPLE OF THE HYPOTESIS ABOUT THE TERM *STEPPE* ORIGIN

Левыкин С.В., Казачков Г.В., Левыкина Н.П.
Levykin S.V., Kazachkov G.V., Levykina N.P.

Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: stepevedy@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается степная терминология в общем, и сам термин *степь,* в частности. Цель статьи – исследование термина *степь* как инструмента международного развития и сотрудничества. Были проанализированы различные версии происхождения слова «степь», включая гипотезу о его связи с английским словом *step*. Рассмотрены различные аспекты термина в контексте межкультурного общения, проанализированы возможности использования для стимулирования международного диалога и взаимопонимания. Актуальность исследования обусловлена, с одной стороны исключительно высокой ролью, миссией степей Евразии в развитии цивилизаций и культур (от колеса до крупнейших миграционных и транспортных коридоров и обмена культурами), а с другой стороны развитием гуманитарной составляющей степеведения, разработанной Оренбургской степеведческой школой. Вопрос сохранения степей требует международной консолидации и коммуникации, приоритет которых нацелен на сотрудничество России с восточными странами, в том числе с теми, которые обладают крупными ресурсами степных агроландшафтов. Одним из важных инструментов консолидации является язык, который представляет собой не только средство передачи информации, но и инструмент формирования и поддержания международных связей.

Ключевые слова: степь, степная терминология, этимология, межкультурная коммуникация, Шекспир.

Abstract. The article discusses steppe terminology in general and the term steppe in particular. The purpose of this article is to study the term steppe as an instrument of international development and cooperation. Various versions of the origin of the term steppe were analyzed, including the hypothesis of its connection with the English word step. Various aspects of the term in the context of international communication are considered, and the possibilities of using it to stimulate international dialogue and mutual understanding are analyzed. The relevance of the research is due, on the one hand, to the exceptionally high role and mission of the Eurasian steppes in the development of civilizations and cultures (from the wheel to the largest migration and transport corridors and cultural exchange), and on the other hand, to the development of the humanitarian component of steppe studies developed by the Orenburg Steppe Science School. The issue of steppe conservation requires international consolidation and communication, the priority of which is aimed at Russia's cooperation with eastern countries, including those with large resources of steppe agricultural landscapes. One of the important consolidation tools is language, which is not only a means of transmitting information, but also a tool for forming and maintaining international relations.

Key words: steppe, steppe terminology, etymology, international communication, Shakespeare.

УДК 33:502:316

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РОССИЙСКО-КАЗАХСТАНСКОГО ПРИГРАНИЧЬЯ

ECOLOGICAL AND SOCIO-ECONOMIC ASPECTS OF THE SPATIAL DEVELOPMENT OF THE EASTERN PART OF THE RUSSIAN-KAZAKH BORDERLAND

Силантьева М.М.[1], Плуталова Т.Г.[2], Соколова Л.В.[1], Танкова Е.А.[1], Овчарова Н.В.[1]
Silantyeva M.M.[1], Plutalova T.G.[2], Sokolova L.V.[3], Tankova E.A.4, Ovcharova N.V.[5]

[1]ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», Барнаул, Россия
[2]ФГБУН «Институт водных и экологических проблем» СО РАН, Барнаул, Россия
[1]Altai State University, Barnaul, Russia
[2]Institute for Water and Environmental Problems of the Siberian Branch of the RAS, Barnaul, Russia

E-mail: [1]kafedrabotaniki_asu@mail.ru, [2]plutalova.tg@gmail.com

Аннотация. Дан краткий анализ данных структуры сельскохозяйственных угодий, посевных площадей, поголовья стада сельскохозяйственных животных за период 1993-2022 гг. в разрезе муниципальных образований. В последние 30 лет отмечена разнонаправленность процессов изменения структуры аграрного землепользования. В 90-х годах 20 века наблюдалось сокращение сельскохозяйственной освоенности и распаханности с обеих сторон границы, однако, для казахстанских территорий интенсивность сброса площади была выше. В настоящее время для приграничных районов характерно вовлечение залежных земель в сельскохозяйственный оборот, за исключением некоторых муниципальных образований. В структуре посевных площадей по-прежнему преобладают зернобобовые культуры (49%), при этом до 33% выросла доля подсолнечника. В севооборот активно вводятся новые технические и масличные культуры. В животноводческой отрасли после катастрофического спада производства в 2000-е годы наметился рост поголовья сельскохозяйственных животных по обе стороны от границы. При этом в российской части ведущая роль в производстве продукции животноводства принадлежит личным подсобным хозяйствам и индивидуальным предпринимателям, а в казахстанской – К(Ф)Х. Основные экологические проблемы постцелинного степного пространства: увеличение числа пыльных бурь и их интенсивности, снижение степного биоразнообразия; распространение инвазивных видов растений и формирование новых типов растительности; рост пожарной опасности. Дана оценка современным особо охраняемым природным территориям. Выделено восемь основных туристических дестинаций приграничья и определены перспективы развития сотрудничества.

Ключевые слова: восточная часть российско-казахского приграничья, степное природопользование, социально-экономические аспекты, экологические проблемы.

Abstract. A brief analysis of the data on the structure of agricultural land, acreage, livestock of herds of farm animals for the period 1993-2022 in the context of municipalities is given. In the last 30 years, the multidirectional processes of changing the structure of agricultural land use have been noted. In the 90s of the 20th century, there was a decrease in agricultural development and ploughing on both sides of the border, however, for Kazakh territories, the intensity of dumping of the area was higher. Currently, the involvement of layland in agricultural turnover is typical for border areas, with the exception of some municipalities. Leguminous crops still predominate in the structure of sown areas (49%), while the share of sunflower has increased to 33%. New technical and oilseed crops are being actively introduced into the crop rotation. In the livestock industry, after a catastrophic decline in production in the 2000s, there has been an increase in the number of farm animals on both sides of the border. At the same time, in the Russian part, the leading role in the production of livestock belongs to private subsidiary farms and individual entrepreneurs, and in the Kazakh part – to K(F)H. The main environmental problems of the post-virgin steppe space are: an increase in the number of dust storms and their intensity, a decrease in steppe biodiversity; the spread of invasive plant species and the formation of new types of vegetation; an increase in fire danger. The assessment of modern specially protected natural areas is given.The assessment of modern specially protected natural areas is given. Eight main tourist destinations of the borderland region have been identified and prospects for the development of cooperation have been identified.

Key words: eastern part of the Russian-Kazakh borderland, steppe environmental management, socio-economic aspects, environmental problems.

УДК 581.524.31

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА ПЕТРОФИЛЬНО-СТЕПНЫХ ГРУППИРОВОК НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

DYNAMICS OF CHANGES IN THE SPECIES COMPOSITION OF PETROPHILIC STEPPE GROUPS IN THE MIDDLE URALS

*Скок Н.В., Иванова Ю.Р., Юровских А.М.
*Skok N.V., Ivanova Y.R., Yurovskikh A.M.

Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург, Россия
Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia

*E-mail: skok-nv-gbf@mail.ru

Аннотация. В статье проанализирована география распространения степной растительности на Среднем Урале. Актуальность данных исследований в изучении петрофильно-степных группировок и их динамики видового состава на изучаемой территории заключается в том, что горные и предгорные каменистые степи являются древним вариантом, по сравнению с равнинными степями, флористико-фитоценологического комплекса. Отмечено, что формирование каменистых степей на Урале началось в плиоцене, при этом на каменистом субстрате была исключена конкуренция со стороны древесных растений, что привело к высокому уровню эндемизма скально-горно-степных сообществ и наличие в них реликтов. Большая часть степных участков на Среднем Урале имеет статус памятников природы регионального значения. Приведен перечень особо охраняемых природных территорий со степными участками, а также проведен анализ динамики изменения состава травостоя на горе Остренькой в 1980 и 2020-е годы. Проанализированы факторы, влияющие на изменение видового состава петрофильно-степных сообществ на изучаемой территории. Произведен расчет климатических параметров по данным метеостанции города Красноуфимск за 1971-2023 годы, проанализировано их влияние на динамику мест обитания степной растительности на Среднем Урале. В заключении предложены механизмы сохранения геокомплексов с петрофильно-степными группировками.

Ключевые слова: петрофильно-степные сообщества, особо охраняемые природные территории, изменение климата, антропогенное влияние.

Abstract. The article analyzes the geography of the distribution of steppe vegetation in the Middle Urals. The relevance of these studies in the study of petrophilic steppe groupings and their dynamics of species composition in the studied territory lies in the fact that mountainous and foothill rocky steppes are an ancient variant, compared with flat steppes, of the floristic-phytocenological complex. It is noted that the formation of rocky steppes in the Urals began in the Pliocene, while competition from woody plants was excluded on the rocky substrate, which led to a high level of endemism of rocky-mountain-steppe communities and the presence of relics in them. Most of the steppe areas in the Middle Urals have the status of natural monuments of regional importance. A list of specially protected natural territories with steppe areas is given, as well as an analysis of the dynamics of changes in the composition of the herbage on Mount Ostrenka in the 1980s and 2020s. The factors influencing the change in the species composition of petrophilic steppe communities in the studied territory are analyzed. The calculation of climatic parameters was carried out according to the data of the Krasnoufimsk meteorological station for 1971-2023, their influence on the dynamics of steppe vegetation habitats in the Middle Urals was analyzed. In conclusion, the mechanisms of conservation of geocomplexes with petrophilic-steppe groupings are proposed.

Key words: petrophilic steppe communities, specially protected natural areas, climate change, anthropogenic impact.

УДК 911.5 (502.3-502.7)

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СОХРАНЕНИЮ СТЕПЕЙ СТАРООСВОЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ

NEW APPROACHES TO THE CONSERVATION OF STEPPES IN THE OLD-DEVELOPED CHERNOZEM REGIONS OF RUSSIA

Тишков А.А.
Tishkov A.A.

Институт географии РАН, Россия, Москва
НИУ БелГУ, Белгород, Россия
Institute of Geography of the RAS, Moscow, Russia
Belgorod State University, Belgorod, Russia

E-mail: tishkov@igras.ru

Аннотация. Обсуждаются актуальные проблемы методологии сохранения степей в условиях староосвоенных черноземных регионов Европейской России, где по данным последней инвентаризации с использованием дистанционных методов и наземной верификации их площадь не превышает нескольких процентов. Показано, что имеющаяся региональная и федеральная сеть ООПТ здесь не эффективна, т.к. ориентирована преимущественно на сохранение интразональных и азональных для степной зоны экосистем, а не на непосредственно на зональные степи. Рассматриваются 5 новых (при совместном рассмотрении) подходов: (1) перенесение приоритетов территориальной охраны степей на агроландшафт в целом, (2) использование «углеродного аргумента» и необходимости восстановления запасов гумуса в черноземах для актуализации расширения площади охраняемых степей, (3) ориентация при создании региональных экологических каркасов на сохранившиеся и восстанавливающиеся зональные степи, в т.ч. и на выведенных из оборота участках малопродуктивной пашни, (4) создание на ключевых участках агроландшафта, включающего и пашню, сезонных ООПТ с установлением разных режимов хозяйствования и охраны биоты, (5) правильный выбор методов адаптации степного агроландшафта к климатическим изменениям, учитывающий задачи территориальной охраны степей и устойчивости аграрного производства. Только совокупное применение новых подходов гарантирует на современном этапе успех сохранения степей и их биоты в староосвоенных степных регионах Европейской России.

Ключевые слова*:* степи, Европейская Россия, агроландшафт, черноземы, потери гумуса, охраняемые природные территории, экологический каркас, адаптации к климатическим изменениям.

Abstract. The current problems of steppe conservation in the conditions of the old-developed chernozem regions of European Russia are discussed. According to the latest inventory by the remote methods and ground verification, their area does not exceed several percent. It is shown that the existing regional and federal network of nature protected areas is not effective here, because it is mainly focused on the preservation of intrazonal and azonal ecosystems (forests, rivers, wetlands a.o.) for the steppe zone, and not directly on the zonal steppes. Five new approaches are discussed (under joint consideration): (1) shifting the priorities of the territorial protection of steppes to the agricultural landscape as a whole, (2) using the "carbon argument" and the need to restore humus reserves in chernozems to actualize the expansion of the area of protected steppes, (3) focusing on preserved and recovering zonal steppes, including areas of unproductive arable land taken out of circulation, when creating regional ecological frameworks, (4) creation of seasonal protected areas in the key areas of the agricultural landscape, including arable lands, with the establishment of different management regimes and biota protection, (5) the right choice of methods for adapting the steppe agricultural landscape to climate change, taking into account the tasks of territorial conservation of the steppes and the sustainability of agricultural production. At the present stage only the combined application of new approaches guarantees the success of the conservation of steppes and their biota in the old-developed steppe regions of European Russia.

Key words: steppes, European Russia, agricultural landscape, chernozems, loss of humus, nature protected areas, ecological framework, adaptation to climate change.

УДК 502.6 (251.1)

СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ СТЕПЕЙ В РАМКАХ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКО-КАЗАХСТАНСКОГО ТРАНСГРАНИЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

STEPPE CONSERVATION AND RESTORATION WITHIN THE FRAMES OF RUSSIA AND KAZAKHSTAN TRANSBOUNDARY COLLABORATION DEVELOPMENT

*Тургумбаев А.А.[1], Левыкин С.В.[2], Казачков Г.В.[2], Яковлев И.Г.[2]
*Turgumbayev A.A.[1], Levykin S.V.[2], Kazachkov G.V.[2], Yakovlev I.G.[2]

[1]Западно-Казахстанский университет, Уральск, Казахстан
[2]Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия
[1]Makhambet Utemisov West Kazakhstan University, Uralsk, Kazackstan
[2]Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

E-mail: *akan.86@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены объективные предпосылки и основания для развития трансграничного российско-казахстанского сотрудничества по сохранению и восстановлению степей на постцелинном пространстве в пределах Заволжско-Уральского региона. На результатах конкретных проектов, в т.ч. поддержанных глобальными международными фондами, показаны основные достижения с российской и казахстанской сторон. На примере бассейна реки Чаган, протекающей по Первомайскому району Оренбургской области и района Байтерек ЗКО, показаны перспективы развития двустороннего сотрудничества с выделением сети целинных и вторичных степей, имеющих особое научное, культурное и природоохранное значение.

Ключевые слова: российско-казахстанское сотрудничество, трансграничное сотрудничество, постцелинное пространство, река Чаган, район Байтерек, Первомайский район, восстановление степей, вторичные степи.

Abstract. Objective conditions and grounds of development the Russia-Kazakhstan trans-border cooperation in steppe conservation and restoration in the post-virgin area within Zavolzhye-Ural region are in focus. Main achievements on both Russian and Kazakhstan sides are shown with examples of projects, including ones supported by global international foundations. Prospects of bilateral cooperation, able to outline a network of virgin and secondary steppes of special scientific, cultural and conservational value, are shown with the example of the Chagan river basin located in Pervomajskiy district of Orenburgskaya oblast (RF) and Baiterek district of West-Kazakhstan oblast (RK).

Key words: Russia-Kazakhstan cooperation, trans-border cooperation, post-virgin area, Chagan river, Baiterek district, Pervomajskiy district, steppe restoration, secondary steppe.

УДК 911.52

ГИДРОМОРФНЫЕ И ПАЛЕОГИДРОМОРФНЫЕ ЛАНДШАФТЫ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЕВРАЗИИ

HYDROMORPHIC AND PALEOHYDROMORPHIC LANDSCAPES IN THE STEPPE ZONE OF EURASIA

Черных Д.В.[1, 2], Бирюков Р.Ю.[1]
Chernykh D.V.[1, 2], Biryukov R.Yu.[1]

[1]ФГБУН Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия
[2]Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

[1]Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia
[2]Altai State University, Barnaul, Russia

E-mail: chernykhd@mail.ru

Аннотация. Наибольшее разнообразие в структуру степной зоны вносят гидроморфные ландшафты. В пределах западного сектора Евразийских степей их площадь превышает 25%. В горах Русского Алтая гидроморфные ландшафты в пределах лесостепных, степных и тундрово-степных котловин занимают 20% площади. Два цикла развития геосистем – галогидроморфный и древнеложбинно-долинный псаммоморфный – наиболее широко представлены в пределах степной зоны Евразии. Также распространение получил аллювиальный гидроморфный цикл разноуровневых пойм крупных транзитных рек. В рамках галогидроморфного цикла наиболее широко представлена постозерная гидроморфно-солончаково-солонцовая серия, связанная с пульсирующими озерами. В 2018 г. отмечено максимальное увеличение площади водоемов на юге Западной Сибири. Выделено 6 типов озер в зависимости от их динамики. Существенная часть подчиненных местоположений в степной зоне испытывает влияние гидроморфного фактора. Показана специфика ландшафтной организации в поймах крупных транзитных рек степной зоны Евразии.

Ключевые слова: гидроморфные ландшафты, степь, Евразия, Сибирь, Русский Алтай, циклы и серии развития геосистем, динамика степных озер, данные дистанционного зондирования.

Abstract. Hydromorphic landscapes bring maximum diversity to the structure of the steppe zone of Eurasia. The area of hydromorphic and paleohydromorphic landscapes exceeds 25% within the western sector of the Eurasian steppes. Hydromorphic landscapes occupy 20% of the area within forest-steppe, steppe and tundra-steppe basins in the Russian Altai mountains. Two cycles of geosystems development, formed under the influence of hydromorphic factors, are most widely represented within the steppe zone of Eurasia. They are called halohydromorphic and ancient hollow-valley psammomorphic. The alluvial hydromorphic cycle of multi-level floodplains of large transit rivers has become widespread here. Within the halohydromorphic cycle in the steppe zone of Eurasia, the post-lake hydromorphic-solonetz-solonchak series is most widely represented. This series is associated with pulsating lakes. An unprecedented increase in the total area of reservoirs on the southern Western Siberia during the study period was recorded in 2018. Six classes of lakes are recognized. Both in the steppe and forest-steppe zones a significant part of geosystems of underlying locations are periodically affected by the hydromorphic factor. The specificity of landscape organization in the floodplains of large transit rivers of the steppe zone of Eurasia is shown.

Key words: hydromorphic landscapes, steppe, Eurasia, Siberia, Russian Altai, cycles and series of geosystems development, dynamics of steppe lakes, remote sensing data.

УДК 598.2:591.5

ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ КРУПНЫХ ПЕРНАТЫХ ХИЩНИКОВ С САЙГОЙ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ РОСТА ЕЕ ЧИСЛЕННОСТИ

TROPHIC CONNECTIONS OF LARGE FAIRED PREDATORS WITH SAIGA OF THE VOLGA-URAL POPULATION IN CONDITIONS OF ITS NUMBER GROWTH

*Шпигельман М.И.[1], **Давыгора А.В.[2]
*Shpigelman M.I.[1], **Davygora A.V.[2]

[1]Западно-Казахстанский университет им. М. Утемисова, Уральск, Казахстан
[2]Оренбургский государственный педагогический университет, Оренбург, Россия
[1]West Kazakhstan University named after. M. Utemisova, Uralsk, Kazakhstan
[2]Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, Russia

E-mail: *c71305@mail.ru, **davygora@esoo.ru

Аннотация. Рассматриваются трофические связи крупных пернатых хищников с сайгой волго-уральской популяции в условиях роста ее численности. Установлена повышенная плотность гнездования степного орла в местах обитания наиболее крупных группировок сайги. Впервые найдены наземно расположенные гнезда орлана-белохвоста и во внутренних районах междуречья в сезон размножения отмечен орел-могильник. На фоне резкого роста численности установлена важная роль сайги в гнездовом питании степного орла; ее останки обнаружены в большинстве обследованных гнезд. Предполагается, что хищник использует ресурсы погибших по разным причинам животных. Выявлены массовые концентрации степного орла в местах отела сайги и предотлетные скопления в районах обитания наиболее крупных ее группировок. Роль сайги в рационе орла-могильника и орлана-белохвоста требует дополнительных исследований. Констатируются давние трофические связи крупных пернатых хищников с сайгой, о чем свидетельствует наличие у нее генетически закрепленных форм защитного поведения, а у степного орла – непропорционально крупного клюва для специализации только на сусликах. На фоне роста численности сайги участились залеты некрофагов – черного грифа и белоголового сипа.

Ключевые слова: крупные пернатые хищники, сайга, волго-уральская популяция, рост численности, трофические связи.

Abstract. The trophic connections of large feathered predators with the saiga of the Volga-Ural population are considered in conditions of growth in its numbers. An increased nesting density of the steppe eagle has been established in the habitats of the largest groups of saiga. For the first time, ground-based nests of the white-tailed eagle were found, and an imperial eagle was noted in the interior areas of the interfluve during the breeding season. Against the backdrop of a sharp increase in numbers, the important role of saiga in the nest feeding of the steppe eagle has been established; her remains were found in most of the nests examined. It is assumed that the predator uses the resources of animals that died for various reasons. Mass concentrations of the steppe eagle were revealed in the areas where saiga calved and pre-flight aggregations in the habitat areas of its largest groups. The role of saiga in the diet of the imperial eagle and white-tailed eagle requires additional research. Long-standing trophic connections between large feathered predators and the saiga are established, as evidenced by the presence of genetically fixed forms of protective behavior in it, and in the steppe eagle, a disproportionately large beak for specialization only on ground squirrels. Against the backdrop of an increase in the number of saiga, visits by necrophages – the black vulture and the griffon vulture - have become more frequent.

Key words: large feathered predators, saiga, Volga-Ural population, population growth, trophic connections.

МАТЕРИАЛЫ X МЕЖДУНАРОДНОГО СИМПОЗИУМА «СТЕПИ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ»

Под общей редакцией академика РАН А.А. Чибилёва

ЗА ДОСТОВЕРНОСТЬ ПРЕДОСТАВЛЕННЫХ В СБОРНИКЕ СВЕДЕНИЙ
И ИЗЛОЖЕННОЙ НАУЧНОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ
НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ АВТОРЫ СТАТЕЙ

ИНСТИТУТ СТЕПИ УрО РАН
460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11
Тел.: (3532) 77-44-32; 77-62-47
Факс (3532) 77-44-32
E-mail: orensteppe@mail.ru www.orensteppe.org

ISBN 978-5-6051209-1-9

Корректоры – П.В. Вельмовский, Е.В. Павлейчик, Т.В. Березина,
Е.Н. Кузьмина, Д.А. Ильютчик
Дизайн, вёрстка – П.В. Вельмовский

Электронная версия сборника материалов X международного симпозиума
«Степи Северной Евразии» размещена на сайте: www.orensteppe.org

Издатель – Институт степи Уральского отделения Российской академии наук –
обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Оренбургского федерального исследовательского центра
Уральского отделения Российской академии наук
460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11
Тел.: (3532) 77-44-32; 77-62-47